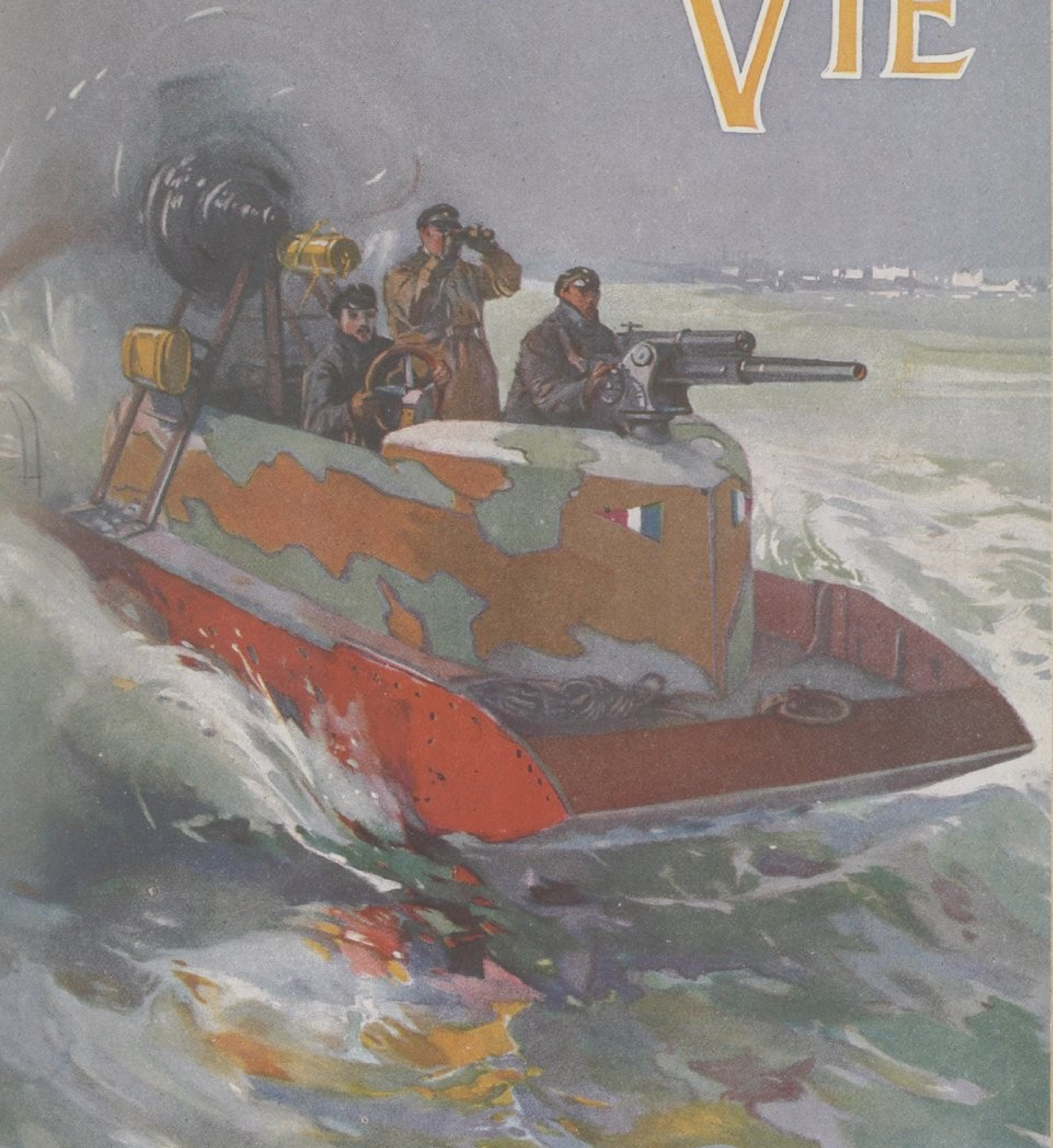
o 38. - Mai 1918.

21e Numéro spécial : 2 f

# LA SCIENCE ET LA VIE



Source gallica.bnf.fr / BDIC (Bibliothèque de documentation internationale contemporaine)

LE GÉNÉRAL SIR HENRY WILSON

Il était membre du Conseil de guerre interallié quand il fut appelé à succéder au général sir William Robertson comme chef d'état-major général des armées britanniques en France.

Édité par
"LA SCIENCE ET LA VIE"

# LES COLONIES DES ÉTATS EUROPÉENS EN AFRIQUE

Numéro 38.
AVRIL - MAI 1918

**TABLEAU COMPARATIF DE LA SUPERFICIE ET POPULATION DES ÉTATS EUROPÉENS ET DE LEURS COLONIES EN AFRIQUE (AOÛT 1914)**

| ÉTATS: | SUPERFICIE — MÉTROPOLE | SUPERFICIE — COLONIES AFRICAINES | POPULATION — MÉTROPOLE | POPULATION — COLONIES AFRICAINES |
|---|---|---|---|---|
| FRANCE | 536.464 Kilomètres carrés | 10.653.800 Kilomètres carrés | 39.602.258 Habitants | 29.533.000 Habitants |
| GRANDE-BRETAGNE | 314.377 Km² | 5.765.050 Km² | 46.213.400 Hab. | 31.345.684 Hab. |
| ALLEMAGNE | 540.857 Km² | 2.707.300 Km² | 67.810.000 Hab. | 13.527.000 Hab. |
| BELGIQUE | 29.451 Km² | 2.365.000 Km² | 7.571.387 Hab. | 15.000.000 Hab. |
| PORTUGAL | 91.948 Km² | 2.010.000 Km² | 5.960.056 Hab. | 8.350.000 Hab. |
| ITALIE | 286.610 Km² | 1.633.510 Km² | 35.597.784 Hab. | 1.739.600 Hab. |
| ESPAGNE | 505.197 Km² | 371.790 Km² | 20.355.986 Hab. | 633.000 Hab. |

N° 38. **SOMMAIRE** Tome XIII.

(AVRIL-MAI 1918)


Les principaux enseignements de la guerre navale.. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. L.-E. Bertin.. .. .. .. .. .. .. 387
Membre de l'Institut, directeur des Constructions navales C. R.

L'état actuel de l'aviation allemande.. .. .. .. .. Jacques Mortane.. .. .. .. 401

Les richesses minérales de la Russie.. .. .. .. Stanislas Meunier.. .. .. .. 419
Professeur au Muséum d'histoire naturelle.

Les signaux sonores : sifflets, trompettes et sirènes.. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. Henri Vaublin .. .. .. . .. 433

Quelques nouveautés du dernier salon américain de l'automobile .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. William Canter. .. .. .. .. 447

La résistance des matériaux et le laboratoire d'essais des Arts et Métiers .. .. .. .. .. .. Simon Croulebois.. .. .. .. 455

Les chambres photographiques géantes.. .. .. Jacques Boyer.. .. .. .. .. 469

Remonté automatiquement, le phonographe joue sans arrêt.. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 474

Les appareils pour le pointage automatique du personnel .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. René Maubret .. .. .. .. .. 475

La fabrication des fusils de l'infanterie américaine .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. Richard Grévyl.. .. .. .. .. 483

Les chutes de neige et leur mesure scientifique Armand Rivals.. .. .. .. .. 493

Groupe compresseur pour l'essai des freins de chemin de fer.. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. Alcide Courtot.. .. .. .. .. 501

Les canons électro-magnétiques et les engins à force centrifuge .. .. .. .. .. .. .. .. .. Jean Berowsky .. .. .. .. 503

On peut savoir le matin le temps qu'il fera dans la journée.. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. André des Cachons .. .. .. 509

La brasserie est devenue une industrie considérable .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. Auguste Gallerand .. .. .. 521

Quelques types de turbines à gaz.. .. .. .. .. Paul Foussary.. .. .. .. .. 527
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Les inventeurs pendant la guerre de 1870-71. Marcel Vilvandet .. .. .. .. 541

Les à-côtés de la Science (inventions, découvertes et curiosités).. .. .. .. .. .. .. .. V. Rubor.. .. .. .. .. .. .. 551

Locomotive électrique de 7.000 chevaux.. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 560

Les bases de la « Christian Science » .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 561

La paix allemande avec la Russie et la Roumanie .. .. .. .. .. .. .. .. .. 565

Les opérations militaires. L'offensive allemande sur le front britannique.. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 567

Chronologie des faits de guerre sur tous les fronts .. .. .. .. .. .. .. .. .. 575


**HORS TEXTE : Grande carte en couleurs des possessions des États belligérants sur le continent africain.**

*La couverture du présent numéro représente un bateau glisseur armé, propulsé par une hélice d'aéroplane.*

ATTAQUE D'UN SOUS-MARIN ALLEMAND PAR UNE ESCADRILLE D'HYDRAVIONS

*Ce moyen de destruction des pirates teutons est généralement considéré comme l'un des plus efficaces.*

# LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

*Rédigé et illustré pour être compris de tous.*

Depuis la guerre, paraît tous les deux mois. — Abonnements : France, 11 francs, Etranger, 18 francs

Rédaction, Administration et Publicité : 13, rue d'Enghien, PARIS — Téléphone : Bergère 37-36

*Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.*

*Copyright by* La Science et la Vie *Mai 1918.*

Tome XIII — Avril-Mai 1918 — Numéro 38

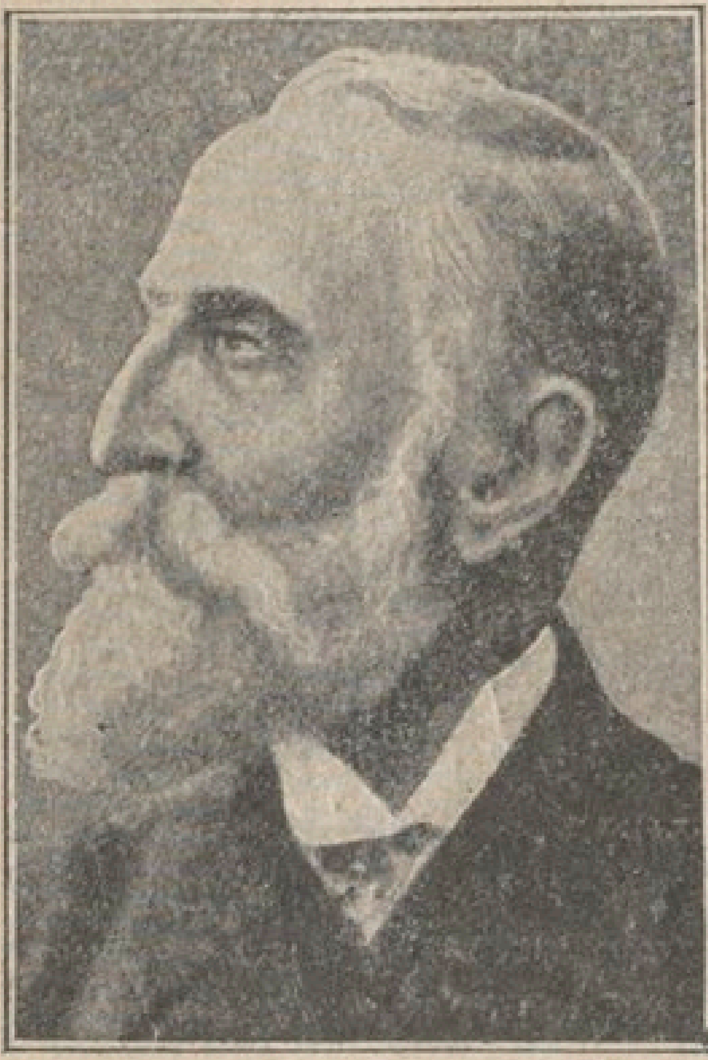
# LES PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS DE LA GUERRE NAVALE

Par Louis-Emile BERTIN

MEMBRE DE L'INSTITUT, DIRECTEUR DES CONSTRUCTIONS NAVALES C. R.

La guerre navale se concentre depuis près de quatre ans dans des opérations pour lesquelles l'Allemagne était bien loin de s'être préparée. Elle est menée par la classe des plus petits de tous les navires et ne vise nullement la destruction des forces combattantes ennemies. C'est la guerre sous-marine au commerce, guerre entreprise au mépris de toutes les règles du droit international et de tous les engagements diplomatiques. C'est donc à cette lutte barbare, criminelle entre toutes, et à ses péripéties parfois angoissantes que ces quelques pages seront consacrées.

Aucune part n'avait été faite à la guerre sous-marine contre le commerce dans les prodigieux préparatifs militaires de l'Allemagne. Il serait puéril d'en conclure qu'on s'y préoccupât des principes de droit qui doivent interdire cette guerre, non plus que des préceptes de l'humanité qui la réprouvent. C'était le simple résultat d'une imprévoyance politique jointe à quelque impuissance dans les facultés créatrices.



M. L.-E. BERTIN

La France avait commencé à créer, depuis dix ans, toute une flotte sous-marine redoutable aux bâtiments de guerre ; l'Angleterre s'était mise à l'œuvre très activement depuis deux ans ; les Etats-Unis et l'Italie possédaient, de leur côté, quelques sous-marins de modèles variés, lorsque l'Allemagne, arrivant la dernière, finit par se préoccuper très vivement du nouvel engin.

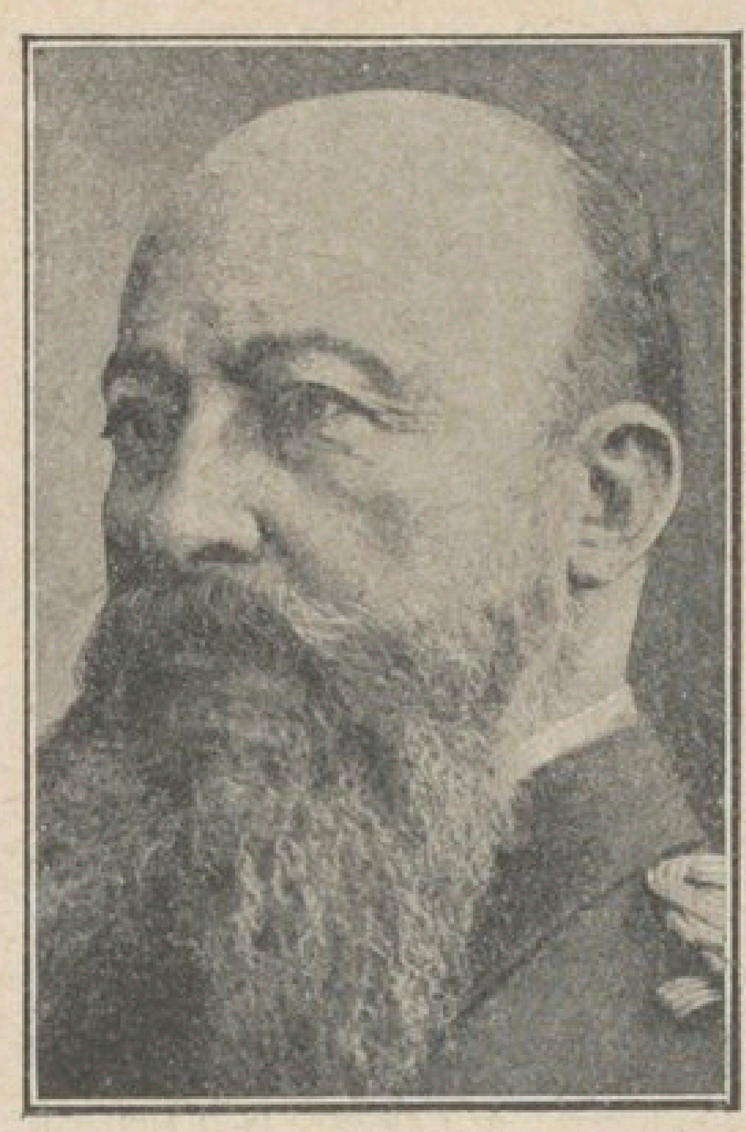
Ses débuts furent peu encourageants. Les deux premiers modèles de sous-marins sortis de ses chantiers ont été inutilisables. Il fallut aux ateliers Vulcan posséder les plans de notre propre modèle, livrés par un étranger de nationalité cubaine, pour que l'industrie allemande pût enfin fournir des sous-marins propres à servir. En août 1914, la flotte germanique comptait vingt-trois sous-marins de 250 tonnes à 800 tonnes, numérotés *U-8* à *U-30*, tant à flot qu'en chantier.

L'Autriche en comptait une douzaine, des mêmes déplacements, numérotés de *U-3* à *U-14*. Ce n'était pas de ce côté, on le voit, que s'étaient portées les ambitions navales de la Mittel Europa. L'Alle-

magne, toutefois, avait un bon atout dans son jeu : le moteur à combustion utilisant les pétroles lourds, que ses puissantes usines construisaient couramment depuis une quinzaine d'années.

Il est évident, d'après ce qui précède, que l'emploi du sous-marin, pour substituer à la capture des bâtiments de commerce par les croiseurs leur destruction en haute mer, n'a pas été prémédité comme l'a été la guerre. La détermination prise à cet égard par le gouvernement de Berlin est postérieure à l'invasion de la Belgique qui, elle, était résolue depuis longtemps par le grand état-major.

Dès lors, l'effort naval de l'Allemagne se porta sur la guerre sous-marine. Cette guerre a toujours été poursuivie sans aucune restriction autre que celle imposée par l'insuffisance des moyens du début et aussi, pendant quelques mois du printemps de l'année 1916, par des ménagements temporaires à l'égard des Etats-Unis, répondant à l'ultimatum nettement et énergiquement formulé par le président Wilson.



VON TIRPITZ

*Ancien ministre allemand de la Marine, puis grand-amiral honoraire de la flotte du kaiser, il ne cessa de proclamer la guerre sous-marine à outrance pour détruire la puissance navale de l'Angleterre.*

La construction des sous-marins fut poussée avec une extrême activité. Si l'on en juge par le nombre de ces petits navires qui guettaient paquebots et cargos sur toutes les mers d'Europe à la fin de 1917, et si l'on estime le nombre de ceux qui ont été détruits, à peu près égal à celui de ceux qui ont survécu, ce qui est à la vérité un maximum, on arrive à un total de 600 à 800 sous-marins de toutes les tailles et de toutes les destinations lancés et armés en quarante mois de guerre, soit 15 à 20 par mois. Les modèles sont nombreux ; ils se peuvent classer en deux catégories principales : sous-marins de 300 à 400 tonnes, d'une simplicité de formes rudimentaire et d'une construction grossière, permettant la confection rapide en série ; ces sous-marins, à court rayon d'action, sont en grande partie employés à mouiller les mines. Sous-marins de construction soignée, tous bien armés de torpilles automobiles et d'artillerie, d'un déplacement pouvant atteindre 1.800 tonnes, capables de franchir en surface des distances de 5.000 milles au moins et de tenir la mer pendant quarante jours ou davantage, grâce aux complicités, trop nombreuses, hélas ! qu'ils trouvent en route.

Il y a là, pour le commerce maritime, une menace formidable, menace que l'amirauté allemande fait également peser sur toutes les marines neutres, et qui, si elle avait surgi à l'improviste, aurait soumis à un danger terrible l'approvisionnement de l'Angleterre en vivres, et le nôtre en produits métallurgiques. Heureusement pour ses adversaires, l'Allemagne n'a pas eu la sagesse d'attendre, la patience de mesurer la portée de son coup avant de l'asséner.

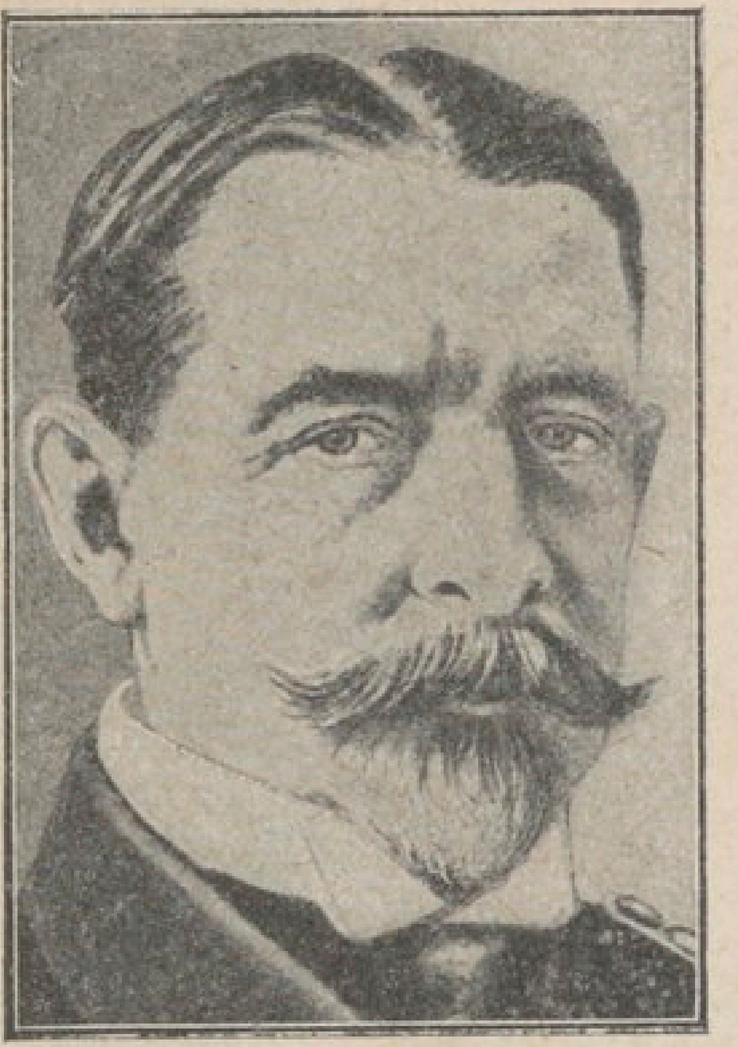
La tentative avortée pour noyer 2.000 réfugiés belges sur l'*Amiral-Ganteaume* dépassait les bornes de l'odieux, à tel point que l'on eût peine à y croire. Il fallut la découverte, à bord du paquebot, de l'un des fragments de la torpille Schwartzkopf, pour convaincre les incrédules du torpillage accompli par un sous-marin. L'ère des exploits teutons ainsi ouverte se poursuivit d'abord dans la Manche ; elle s'étendit ensuite à mesure que se construisaient les sous-marins et que se formaient les équipages. Après quelques mois, la Germanie éprouva le besoin de régulariser la marche de son opération, de donner une preuve nouvelle du génie organisateur dont elle s'enorgueillit. Le 1er février 1915, elle marqua sur les cartes marines une zone arbitraire enveloppant les côtes de Grande Bretagne et de France, et la déclara zone de guerre, en attribuant à ses sous-marins, à compter du 16 février, le droit d'y détruire, sans même aucun avertissement préalable, tout navire qui s'y aventurerait. La conscience germanique ainsi satisfaite, les torpillages se poursuivirent après le 16 février comme avant cette date. Le plus retentissant de tous fut celui du *Lusitania*, accompli le 7 mai 1915 à 2 heures de l'après-midi qui tua 1.909 personnes, dont 188 Amé-

ricains et, naturellement, beaucoup de femmes et un grand nombre d'enfants.

Une statistique allemande sur le résultat des deux cent cinquante premiers jours de la guerre sous-marine (probablement à partir du 16 février), indique une destruction totale de 432 navires, dont 294 anglais, 44 français et 94 neutres. La moyenne, plutôt forcée que réduite, aurait été ainsi de douze par semaine, dont environ neuf pour l'Angleterre et la France, et huit pour l'Angleterre seule. Le mouvement hebdomadaire total de navires de commerce comprenant à la fois l'entrée et la sortie, est de 5.000 à 6.000 pour l'Angleterre et de 1.500 à 2.000 pour la France.

A la destruction des bâtiments marchands par les sous-marins, fut ajoutée, en 1916, la destruction par les mines que des sous-marins aménagés à cet effet ont mouillées dans tous les parages fréquentés par le commerce. L'effet des mines a dû être à peu près régulier et constant, celui des attaques de sous-marin a été plus variable encore qu'en 1915 ; il était influencé par les notes diplomatiques reçues de Washington. Le nombre total de bâtiments de commerce détruits, tant par les sous-marins que par les mines, qui s'était élevé à 18 par semaine à la fin d'avril, est descendu à 6 après l'énergique ultimatum qui termine la déclaration du président Wilson en date du 20 avril 1916.

La guerre sous-marine, qui traînait ainsi avec des alternatives monotones, prenait l'aspect d'une simple barbarie à peu près inutile : elle ne pouvait satisfaire les ambitions de l'Allemagne, anxieuse de réaliser le prix de ses forfaits. La fin de la guerre en trois mois fut promise par l'amiral von Tirpitz, au début de l'année 1917, à la condition de rompre avec les atermoiements de la diplomatie et de condamner irrévocablement l'Océan à ne plus porter de navires. L'opinion fut volontiers crédule. De là, en janvier 1917, la décision finale de braver tous les avertissements, tous les ultimatums, comme on faisait, depuis le 1er août 1914, litière des traités et des conventions internationales. En janvier 1917, l'amirauté de Berlin marqua sur la carte une vaste zone interdite à toute navigation, neutre ainsi que belligérante, dans laquelle libre carrière était donnée aux sous-marins pour user de toutes leurs armes : torpilles, canons, bombes, contre les navires qu'ils rencontreraient, même contre les neutres se rendant d'un port neutre à un port neutre. C'était le défi à toutes les nations navales. Les Etats-Unis ont relevé le gant qui leur était jeté.



VON CAPELLE

*Ministre actuel de la marine germanique, il révéla au Reichstag, le 10 octobre 1917, les révoltes à bord de navires de guerre allemands dont les équipages ne voulaient pas embarquer sur des sous-marins.*

L'effet de la guerre sous-marine sans merci s'est, pendant quatre mois environ, présenté comme vraiment redoutable. La destruction hebdomadaire de navires anglais était restée, jusqu'à la fin de mars 1917, au-dessous de seize bâtiments de tonnage supérieur à 1.600 tonnes ; en avril, elle dépasse vingt-six ; dans la semaine allant du 29 avril au 6 mai, on enregistra même quarante destructions. Ce dernier chiffre fut un maximum suivi d'une décroissance à peu près aussi rapide qu'avait été la montée. Il y eut naturellement, depuis lors, des hauts et des bas ; mais, à partir de la fin de juin, rares sont les semaines où la marine anglaise a perdu vingt bâtiments de plus de 1.600 tonnes. A partir du 1er septembre, la situation se stabilise avec un nombre de destructions de douze à quatorze, parfois même de dix, inférieur en moyenne à celui qui a précédé la création de la zone interdite et la décision de la guerre sans merci. La guerre sous-marine au commerce reste néanmoins une gêne extrêmement sérieuse pour tous.

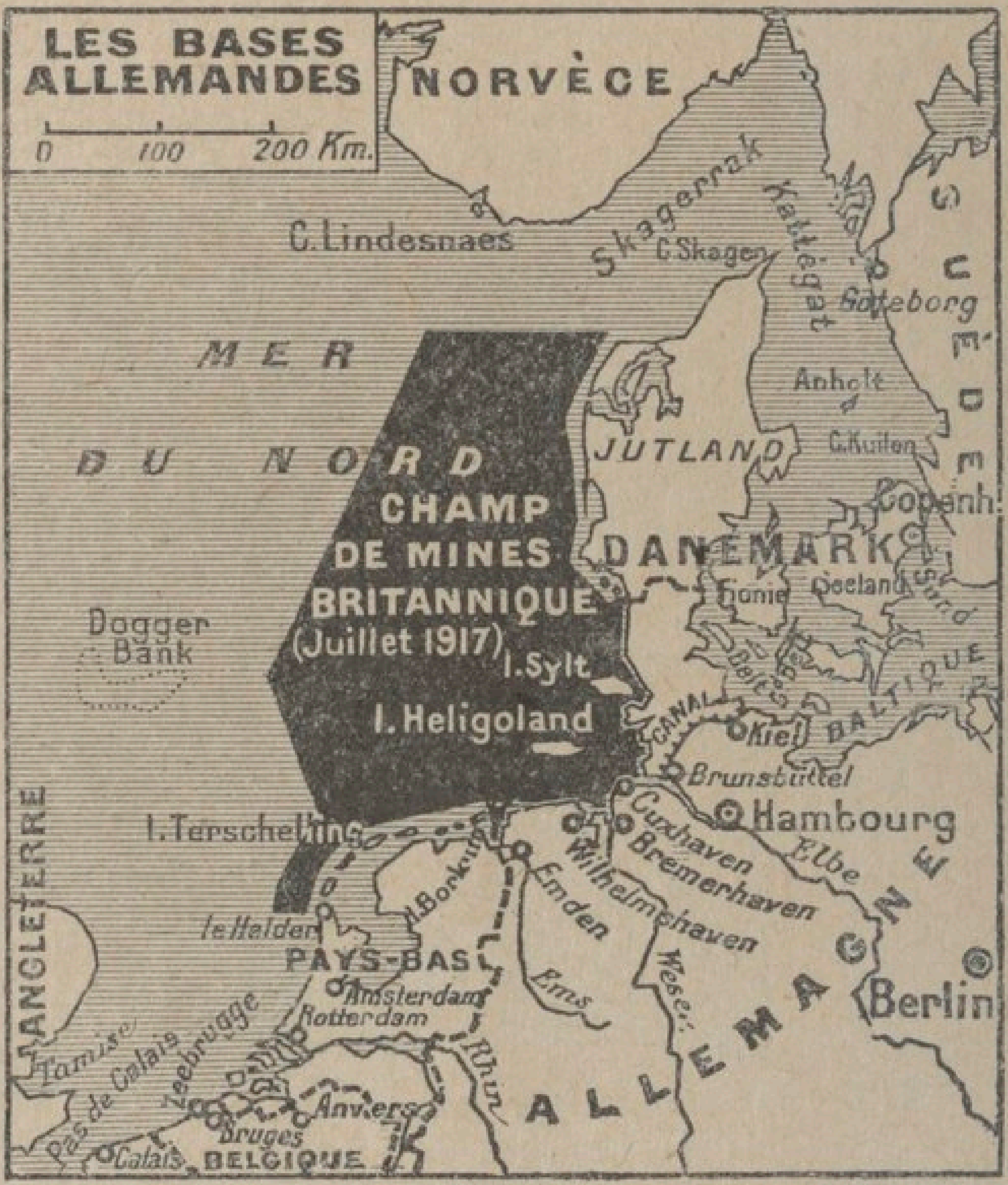
Les motifs de cette faillite de l'offensive sous-marine, qui tourne à la banqueroute, sont uniquement dans les progrès de la défensive dont les moyens, étudiés et perfectionnés en 1915 et 1916, purent s'appliquer et se développer rapidement en 1917 et au commencement de 1918.

De tous les systèmes de protection, le plus simple, le plus efficace, consiste à

armer d'artillerie les bâtiments de commerce. L'attaque la plus fréquente, en effet, en même temps que la plus dangereuse, est celle du sous-marin en surface, à une vitesse qui peut alors atteindre 18 et même 20 nœuds, tandis qu'en plongée, le sous-marin file 10 nœuds et même moins. En surface, le sous-marin se sert du canon, mais il est lui-même vulnérable ; il est beaucoup plus vulnérable que le navire de commerce. Quatre fois sur cinq, le sous-marin renonce à l'attaque contre un bâtiment armé. Quand il accepte le combat, la lutte tourne la moitié du temps à son désavantage, comme ce fut le cas contre l'*Amiral-Ponty* le 23 avril 1917, contre le *Craonne* le 23 juin, contre la *Ville-de-Tunis* le 24 du même mois.

L'attaque à la torpille ne peut être exécutée que par surprise ; elle suppose le sous-marin embusqué d'avance sur la route suivie par les bâtiments de commerce. Elle est déjouée très efficacement par la formation de convois de navires de commerce qu'escortent des éclaireurs rapides, ordinairement de grands torpilleurs. Le convoi a, par lui-même, l'avantage de fournir aux sous-marins moins d'occasions d'agir que les bâtiments naviguant isolément. Les éclaireurs, qui signalent d'avance la présence des périscopes et la convenance de changer de route, diminuent beaucoup le danger d'attaque sous-marine, en même temps qu'ils suppriment celui des attaques de vive force au moyen du canon.

Il va sans dire que les convois, de même que les navires isolés, ont soin de suivre, dès qu'ils tiennent le large, des routes irrégulières, afin de déjouer les embuscades de l'ennemi. Ils sont habituellement guidés par les avis de la T. S. F.

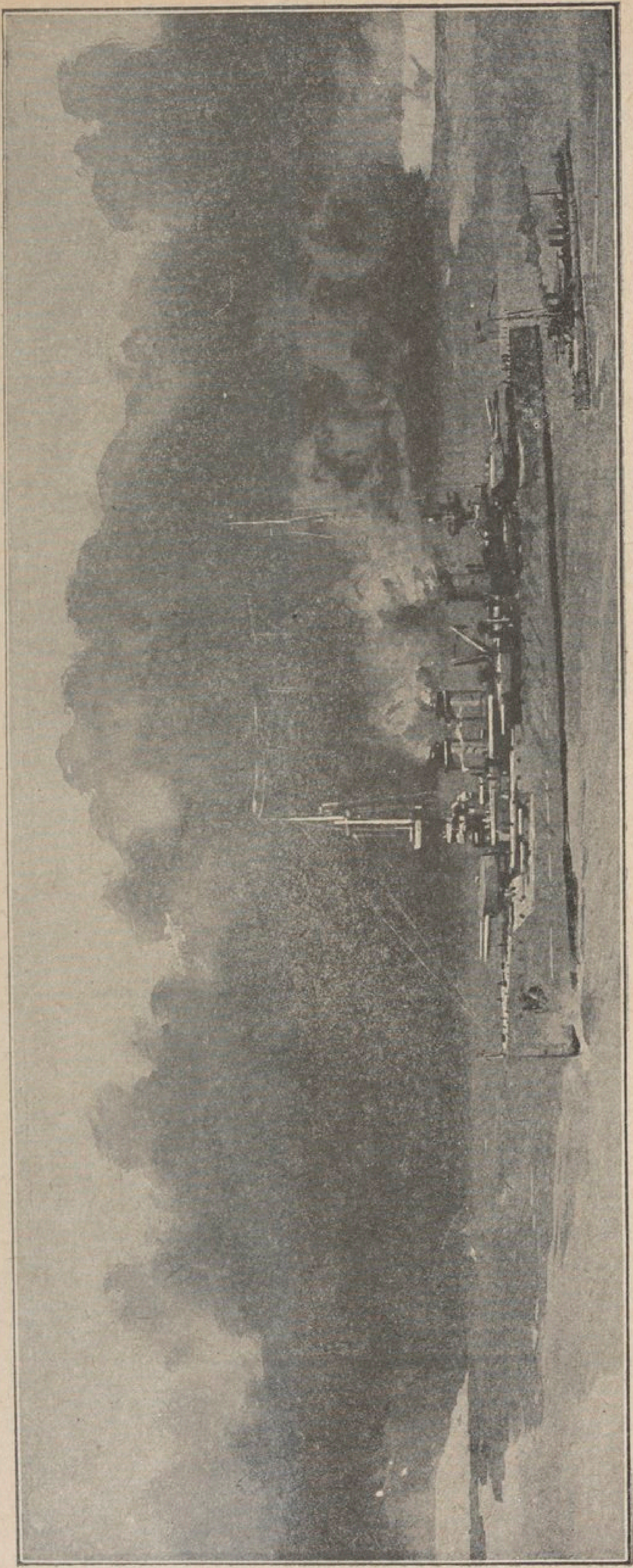



LES BASES NAVALES ALLEMANDES ET LE GRAND CHAMP DE MINES ÉTABLI PAR LES ANGLAIS DANS LA MER DU NORD, A L'OUEST DES COTES DANOISES

A ces différents moyens de protection s'en est ajouté un nouveau dans ces derniers temps, celui des écrans de fumée opaques, dont les navires peuvent s'envelopper pour échapper à la vision des périscopes. Il se crée ainsi, à mesure de la marche, un nuage continu dans lequel le navire rentre et reste. La presse américaine nous a fait connaître un dernier progrès, d'après lequel les nuages artificiels noirs, qui ont l'inconvénient d'appeler l'attention de loin, sont remplacés par des nuages blancs, ayant toute l'apparence d'un blanc de brume local. La patrie d'Edison a, sans perdre une minute, payé le tribut d'inventions qu'on attendait d'elle.

Le moyen de défense par excellence contre toute attaque est la destruction de l'ennemi, c'est-à-dire la chasse sans merci donnée aux pirates. Aucun moyen de destruction n'est à négliger ; nous pouvons affirmer qu'aucun ne l'a été.

Les premiers sous-marins détruits l'ont été dans la Manche, par le canon ou par l'étrave des torpilleurs britanniques et français. Quand le sous-marin, plongeant après avoir été canonné, laisse à la surface de l'eau une plaque huileuse, on est assuré que l'immersion n'est pas volontaire ; mais un projectile qui pratique dans une coque la brèche fatale n'atteint pas nécessairement un récipient d'huile ; d'autre part, les taches d'huile peuvent être aperçues avec les yeux de la foi. Plus assuré est l'effet de l'étrave, quand le choc est ressenti en passant sur le sous-



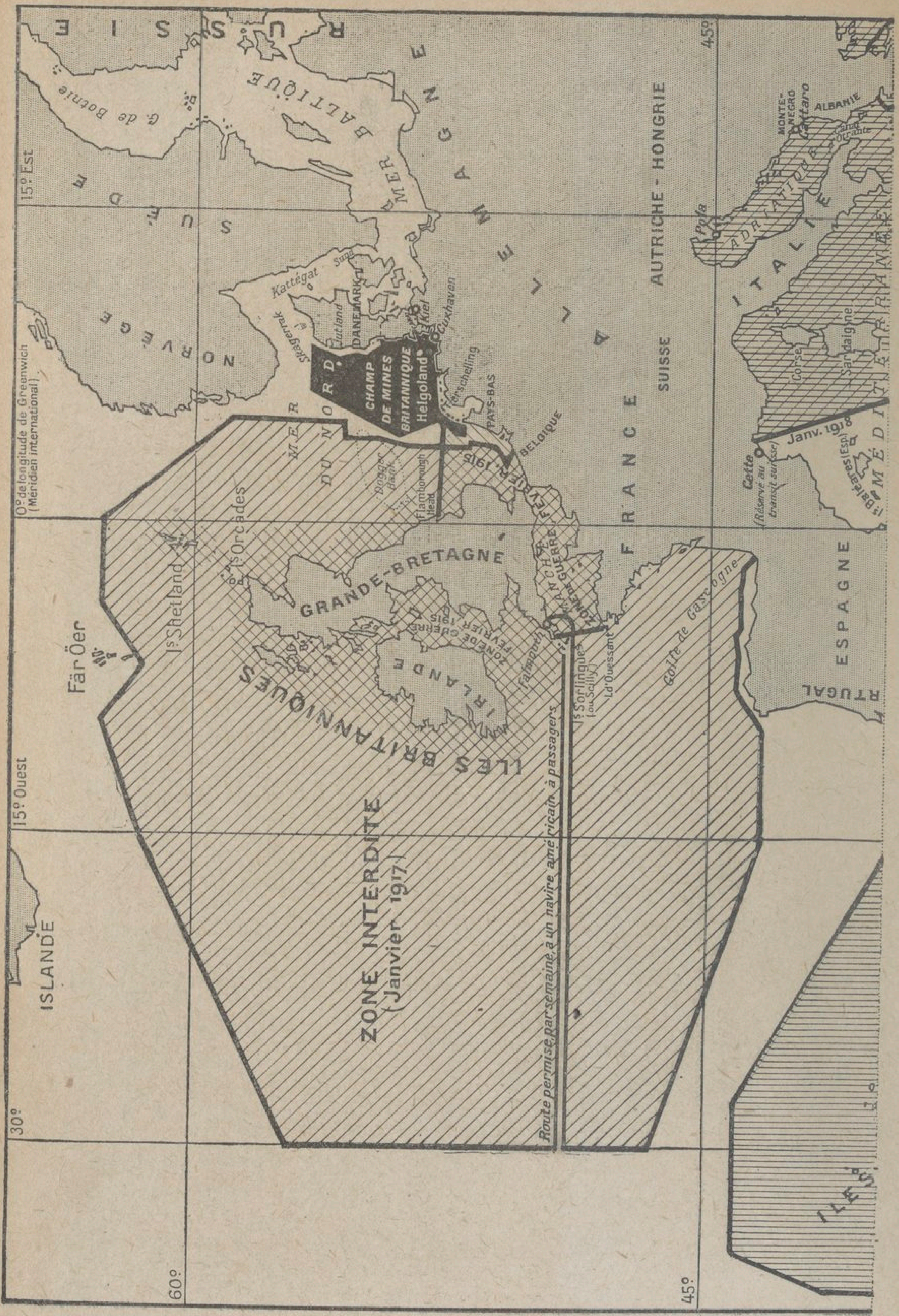
NUAGES DE FUMÉE OPAQUE ÉMIS PAR UN BATIMENT DE GUERRE POUR SE PROTÉGER CONTRE UN TORPILLAGE ÉVENTUEL

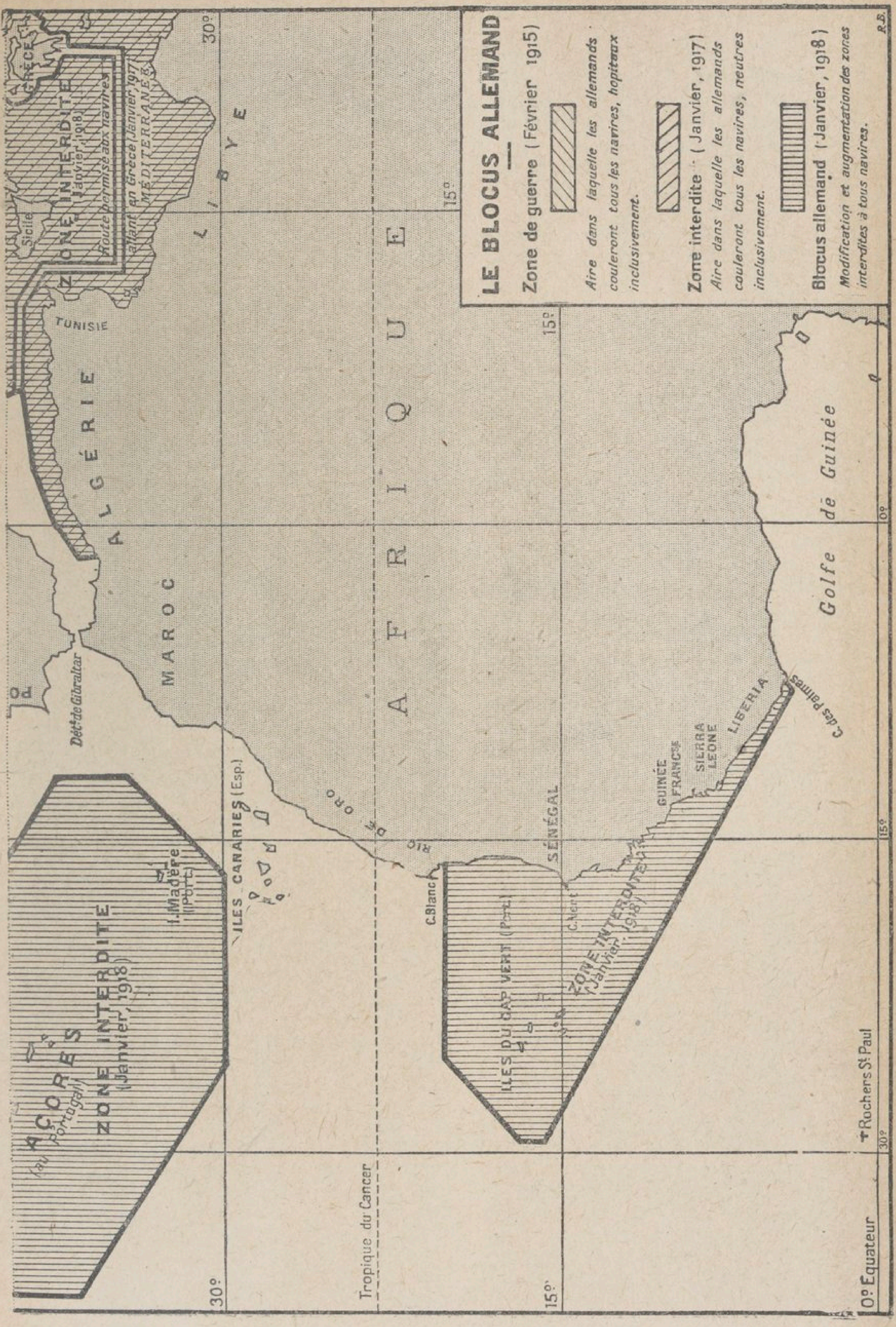
marin qui vient de disparaître au sein des flots.

Les effets, en somme, très satisfaisants de la chasse au canon ont fait armer une meute formidable de patrouilleurs de toutes catégories : chalutiers, yachts de plaisance, caboteurs, etc., tout ce qui peut recevoir des hotchkiss de 47 millimètres, ou mieux des canons de 75 millimètres. Ces patrouilleurs ont eu parfois un double rôle à remplir. Dans la mer du Nord, par exemple, entre l'Ecosse et la Norvège, ils ont formé la ligne de blocus fermant le passage au commerce allemand, en même temps que la ligne de surveillance guettant le passage des périscopes.

A l'attaque au canon ou à l'éperon, s'ajoute aujourd'hui l'attaque à la torpille; celle-ci a été pratiquée en 1917 par les sous-marins britanniques et français. L'incapacité des sous-marins à se livrer bataille entre eux avait été longtemps un article de foi. Les faits ont apporté leur démenti. Grâce au perfectionnement des appareils d'écoute, un sous-marin peut guetter son adversaire et s'en approcher; s'il reconnaît la position exacte par un coup de périscope, sans avoir donné l'éveil, il a de grandes chances de décocher une torpille au but. Les exemples existent, mais, comme on peut le croire, ils ne sont pas nombreux; le premier a été fourni le 24 mai de l'année dernière par le sous-marin français *Circé*, dans la mer Adriatique.

L'hydravion est pour le sous-marin un redoutable ennemi. L'aptitude des aéroplanes à découvrir et à bombarder les sous-marins a été connue avant la


ZONE INTERDITE
(Janvier 1917)
Route permise par semaine à un navire américain à passagers
ILES BRITANNIQUES
GRANDE-BRETAGNE
IRLANDE
Is Shetland
Is Orcades
Fär Öer
ISLANDE
Is Sorlingues (ou Scilly)
Id'Ouessant
Golfe de Gascogne
ZONE DE GUERRE FÉVRIER 1915
MER DU NORD
CHAMP DE MINES BRITANNIQUE
Helgoland
Cuxhaven
Kiel
Jutland
DANEMARK
Skagerrak
Kattégat
Sund
NORVÈGE
SUÈDE
G. de Botnie
MER BALTIQUE
RUSSIE
ALLEMAGNE
PAYS-BAS
BELGIQUE
Terschelling
FRANCE
SUISSE
AUTRICHE - HONGRIE
ITALIE
Corse
Sardaigne
ADRIATIQUE
Pola
MONTE-NEGRO
Cattaro
ALBANIE
ESPAGNE
PORTUGAL
Cette
(Réserve au transit suisse)
Janv. 1918
Is Baléares (Esp.)
MÉDITERRANÉE
0° de longitude de Greenwich (Méridien international)
15° Est
15° Ouest
30°
45°
60°


LE BLOCUS ALLEMAND
Zone de guerre (Février 1915)
Aire dans laquelle les allemands couleront tous les navires, hopitaux inclusivement.
Zone interdite (Janvier, 1917)
Aire dans laquelle les allemands couleront tous les navires, neutres inclusivement.
Blocus allemand (Janvier, 1918)
Modification et augmentation des zones interdites à tous navires.
A F R I Q U E
A L G É R I E
M A R O C
L I B Y E
TUNISIE
Sicile
GRÈCE
ZONE INTERDITE (Janvier 1918)
Route permise aux navires allant en Grèce (Janvier 1917)
MÉDITERRANÉE
Dét.t de Gibraltar
AÇORES (Portugal)
ZONE INTERDITE (Janvier, 1918)
I. Madère (Port.)
ILES CANARIES (Esp.)
RIO DE ORO
C. Blanc
ILES DU CAP VERT (Port.)
C. Vert
SÉNÉGAL
ZONE INTERDITE (Janvier, 1918)
GUINÉE FRANÇSE
SIERRA LEONE
LIBERIA
C. des Palmes
Golfe de Guinée
Tropique du Cancer
0° Equateur
Rochers St Paul
30°
15°
0°

guerre. C'est même de la protection contre les aéroplanes que l'Amirauté anglaise se préoccupait, lorsque, la première, elle a doté les sous-marins d'une légère artillerie. En France, nous restions sceptiques. L'observateur aérien peut distinguer le sous-marin, en mer calme, à une grande profondeur, mais la vision se limite dans un cône de 20° d'ouverture totale, ce qui est peu pour l'exploration des océans. D'ailleurs, le jet des bombes d'un aéroplane semblait bien imprécis, en raison du grand écart des vitesses de l'aéroplane et du sous-marin. Ici encore le scepticisme a reçu un démenti. Il y a deux ans au moins qu'un hydravion, piloté par un Français, avec bombardier britannique, ou inversement, a coulé son premier sous-marin. L'application d'un théorème de physique a écarté les difficultés de vision dues à l'agitation de la surface de l'eau.

Infiniment plus efficaces que tous les moyens imaginés ou à imaginer pour détruire les sous-marins en haute mer, seraient les mesures qui les empêcheraient de gagner le large. Il s'agit de la destruction des bases navales où les sous-marins se construisent, se réparent, se ravitaillent et de l'établissement de barrages infranchissables à l'entrée des mers dont l'accès doit leur être interdit.

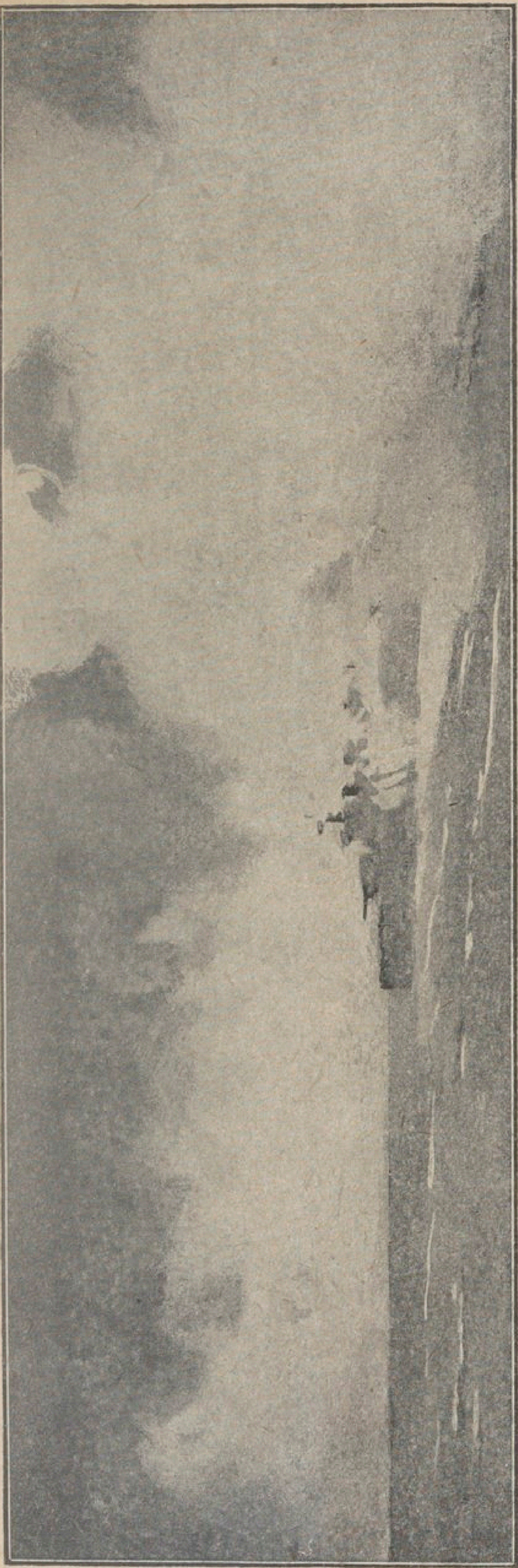
Le port d'attache le plus dangereux des sous-marins est en Belgique : c'est le nouveau port de Bruges, au voisinage même du pas de Calais. La flotte britannique ne ménage aux établissements maritimes de Bruges ni les obus de ses nouveaux monitors ni les bombes de ses hydravions ; elle y rend peu supportable le séjour des sous-marins ennemis.

La grande base maritime allemande de Helgoland, avec les embouchures de la Weser et de l'Elbe, avec le débouché du canal de Kiel à Brunsbuttel, est moins facile à bombarder que les hangars et les jetées de Bruges. L'Amirauté britannique a entrepris de la bloquer par un barrage s'étendant de l'île de Stylt, sur la côte du Schleswig, à l'île de Borckum, en englobant Emden et l'embouchure de l'Ems. Il devenait alors nécessaire de compléter l'isolement de la mer du Nord en la fermant aux sous-marins qui peuvent passer de la base d'Helgoland en Baltique par le canal de Kiel. Le barrage paraît avoir été établi dans le sud du Cattegat, près de la côte de l'île de Seland, au-dessus du débouché du Sund et des Belts, dans une mer où les fonds ne dépassent pas 30 mètres. L'existence de ce barrage a été révélée au public par la tentative d'une escadrille de patrouilleurs et de dragueurs de mines germaniques, au commencement de novembre, et au combat devant Kullen qui en est résulté. Les patrouilleurs et dragueurs ennemis furent pour la plupart détruits et le croiseur auxiliaire d'escorte *Maria*, coulé par une escadrille britannique.

La première entreprise de barrage a eu pour but l'interdiction du pas de Calais aux sous-marins venus de Bruges. Elle n'a pas obtenu un succès complet ; mais, si l'on considère l'activité de la navigation, l'importance des transports dont dépend le ravitaillement de l'armée anglaise, on peut être satisfait de la sécurité relative dont la Manche n'a pas cessé de jouir. La fermeture du pas de Calais est relativement facile. Celle du canal d'Otrante, dont la marine italienne a la charge, présente des difficultés graves en raison de la largeur du passage et de la profondeur de l'eau. La marine italienne semble s'être bornée à un simple service de patrouillage et de surveillance auquel les sous-marins de Pola et de Cattaro échappent par une navigation sous-marine prolongée que les avions seuls peuvent déceler efficacement.

Les barrages proprement dits comportent l'établissement de mines flottant à diverses profondeurs et de filets de grande étendue. Les filets sont en filins de chanvre très léger ; ils sont composés de panneaux détachables, de telle sorte que le sous-marin entraîne avec lui, intact ou avarié, le panneau dans lequel il est entré et dont les flotteurs indiqueront désormais la position. Des filets du même genre sont quelquefois remorqués au large ; ils atteignent des longueurs de plusieurs kilomètres et arrivent à encercler un sous-marin dont la position a été approximativement déterminée ; c'est une véritable pêche à la senne. Au filet, le poisson peut être pris encore vivant. Les mines, qui ne font pas de quartier, sont d'une efficacité plus assurée.

Tout barrage suppose une ligne de soutien formée de torpilleurs et de croiseurs légers, s'opposant à la destruction du barrage par les dragueurs de mines ennemis. Des combats se livrent autour du barrage, tel celui du Cattegat, mentionné plus haut. Des actions importantes pourraient se produire si les escadrilles en action de part et d'autre appelaient à la



BROUILLARD BLANC ARTIFICIEL IMAGINÉ PAR LES AMÉRICAINS POUR ASSURER L'INVISIBILITÉ DES NAVIRES EN MARCHE

rescousse les grands navires de l'arrière qui peuplent les bases.

D'après ce qui précède, on peut juger de l'effort entrepris contre la traîtrise sous-marine, dès la première manifestation du fléau, et poursuivi dès lors sans relâche. La marine française, qui a interrompu la mise en chantier de ses grandes unités navales, a construit des canonnières rapides et bien armées en aussi grand nombre qu'elle le pouvait ; elle a utilisé toutes ses ressources, en matériaux de charpente des coques et surtout en moteurs empruntés à d'anciens torpilleurs. Nous avons également construit des torpilleurs, et, par un singulier retour des choses d'ici-bas, nous en avons commandé au Japon, à qui nous avions appris à les construire, il y a seize ans, sur un chantier de Kobé. La construction a été extraordinairement active ; celle des Etats-Unis promet d'être abondante. Dès à présent, les torpilleurs américains sont à l'œuvre. Les torpilleurs japonais se sont signalés depuis longtemps en Méditerranée par des destructions de sous-marins accomplies avec une habileté remarquable.

Torpilleurs et canonnières n'auraient jamais pu suffire à l'immensité de la tâche à remplir sur toutes les côtes, dans toutes les mers, derrière tous les barrages. La grande armée qui traque partout les sous-marins, veille sur les barrages et garde les passages fréquentés par le commerce, est celle des chalutiers, yachts, caboteurs, patrouilleurs de toute nature. C'est à la présence de tous ces auxiliaires empruntés à la marine marchande qu'est dû le nombre extraordinaire de 4.000 bâtiments actuellement au service de l'Amirauté, chiffre publié en Angleterre au commencement de 1918. Il y a longtemps déjà que nos marins avaient signalé, parmi les patrouilleurs anglais en service dans la Méditerranée, un bâtiment portant le n° 3000. On peut dire qu'à chaque sous-marin ennemi, il est opposé dix contre-sous-marins en chiffre rond. Cette proportion n'a rien d'excessif en raison des facilités

CONVOI DE TRANSPORTS DE COMMERCE NAVIGUANT SOUS L'ESCORTE DE CROISEURS LÉGERS, DE CONTRE-TORPILLEURS ET D'HYDRAVIONS.

qu'a le sous-marin pour échapper à la poursuite des navires les plus rapides.

La politique adoptée sur mer par le gouvernement du kaiser le conduisait à un conflit inévitable avec tout pays possesseur d'une flotte de commerce.

En effet, l'Allemagne voulait s'opposer au ravitaillement par mer de l'Angleterre et de la France sans avoir le moindre moyen de soumettre leurs ports, soit au blocus effectif exigé par la déclaration de 1854, soit même à un blocus fictif. Où aurait été, en effet, la fiction de blocus de la part d'un pays lui-même très rigoureusement et légalement bloqué? Notre ennemi d'outre-Rhin pouvait, évidemment, causer des dommages matériels à ses adversaires, en leur coulant des navires de commerce au mépris des conventions de La Haye, sans mettre en cause la marine des pays neutres. En se bornant là, il n'aboutissait à rien. Il suffisait, en effet, pour paralyser son action, de prendre pour véhicules les bâtiments neutres : la mer leur était librement ouverte. Restait la ressource de compléter le mépris des lois internationales en traitant les navires neutres comme les belligérants.

Trois actes diplomatiques ont, comme nous l'avons vu, réglé la situation :

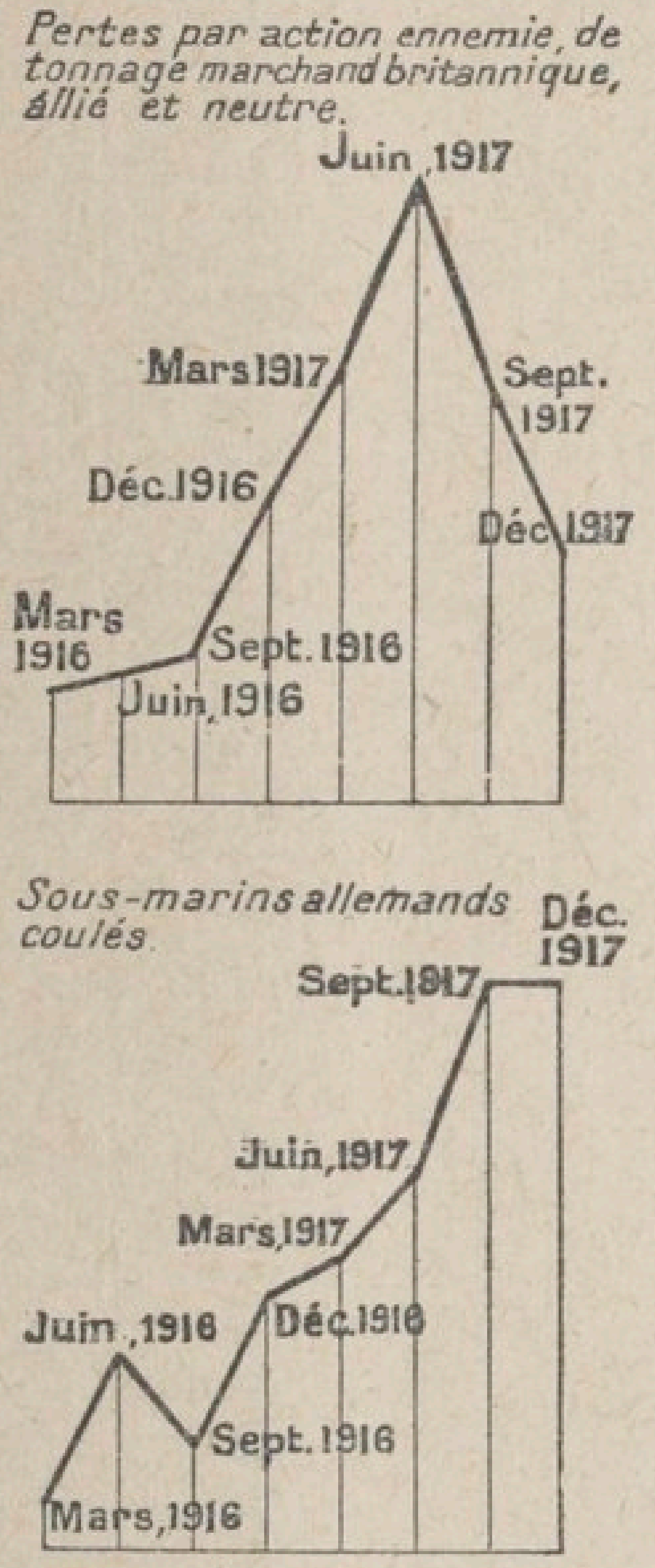
1° Au commencement de 1915, création de la *zone de guerre*, région de la mer entourant les côtes de Grande-Bretagne et de France. Les sous-marins ont l'ordre d'y détruire les navires belligérants; les navires de commerce neutres sont avertis qu'ils ne sauraient s'y aventurer sans danger sérieux ;

2° Au commencement de 1917, création de la *zone interdite*, région de mer plus étendue et déterminée non moins arbitrairement. Dans cette zone, les sous-marins ont ordre formel de détruire tout bâtiment de guerre ou de commerce de toutes les contrées du globe.

3° Dans la première semaine de janvier 1918, élargissement de la zone interdite autour des Açores et création d'une nouvelle zone de blocus le long de la cote ouest de l'Afrique du nord, ces nouvelles mesures, illégales, étant prises pour créer un écran à la navigation, entre l'Amérique et l'Afrique du sud et l'Europe.

La rigueur dans l'application a égalé l'audace de la conception et des déclarations du gouvernement de Berlin.

Prenons comme exemple les pays scandinaves. La Norvège, particulièrement éprouvée, a perdu, du début de la guerre à la fin de 1917, une fraction de son tonnage supérieure à celle perdue dans le même temps par les flottes marchandes d'Angleterre et de France. Les navires norvégiens détruits en 1916 seulement sont au nombre de 177, dont 100 pendant le dernier trimestre. La Germanie se vengeait sans doute alors du refus catégorique opposé à l'utilisation des fiords norvégiens comme base navale contre les ravitaillements de la Russie par la côte mourmane.




GRAPHIQUES INDICATIFS DES PERTES DE TONNAGE ALLIÉ ET DE SOUS-MARINS ALLEMANDS AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Le Danemark, lui aussi, est très éprouvé. La Suède l'est moins ; elle a cependant perdu, entre autres, trois grands vapeurs chargés de blé américain, qui ont été détruits le 19 mai de l'année dernière. Cette destruction a eu du retentissement, elle a fait perdre au parti activiste la popularité dont il jouissait encore, et a pu avoir une influence sur le résultat des élections qui ont chassé ce parti du ministère.

Norvège, Suède et Danemark sont associés dans le désastre d'un convoi de douze navires surpris le 17 octobre 1917 à son départ de la Norvège, par des croiseurs bien informés, partis de la rade d'Helgoland. Le convoi était escorté de deux torpilleurs anglais qui l'auraient protégé contre les sous-marins, mais qui ont été coulés par les croiseurs. Le convoi a perdu neuf bâtiments, cinq norvégiens, un danois, trois suédois. La destruction opérée, les croiseurs allemands ont pris la fuite, selon leur noble habitude.

Les trois Etats scandina es ont bien adressé, en février 1917, une protestation conjointe contre la création de la zone

interdite, mais, en l'absence de tout ultimatum, c'était là un acte purement platonique qui n'eut aucun effet.

La Hollande n'est guère mieux traitée que les pays scandinaves, quoiqu'elle ait, plus efficacement que la Suède, travaillé au ravitaillement de l'Allemagne. Sa marine de commerce a été, en 1916, l'objet de torpillages retentissants tels que celui du *Bloomersdjic*, coulé par le fameux sous-marin *U*-53, à peu de distance de la rade de New-York ; il venait de prendre la mer à destination de Rotterdam. La capture du grand paquebot *Königin-Regentes*, arrêté et conduit à Bruges le 13 décembre par un sous-marin et deux hydravions, a produit en Hollande une émotion intense. Le bâtiment arrivait d'Amérique et portait le courrier de l'ambassadeur d'Allemagne à Washington, le comte Bernstorf. Le *Königin-Regentes* a peut-être été relâché. En 1917, la Hollande a été particulièrement sensible à la destruction, le 25 février, de sept vapeurs venant de Falmouth et chargés pour la plupart de vivres achetés par le gouvernement hollandais. Des pourparlers officiels avaient précédé le départ ; l'Amirauté de Berlin, consultée, avait indiqué les deux dates du 25 février et du 17 mars comme celles où la traversée pouvait s'opérer sans danger, avec plus de garanties pour la seconde. Le torpillage, dans ces conditions révoltantes, a soulevé une véritable vague d'indignation.

Les actes d'hostilité tels que celui du 25 février sembleraient de nature à inciter un neutre de s'armer de canons. Le gouvernement de La Haye n'y a pas un instant songé. Bien plus, il a adopté la doctrine de Berlin suivant laquelle l'armement défensif transforme le navire de commerce en bâtiment de guerre et rend ainsi licite son attaque par le sous-marin. Il a même fait une application de cette doctrine, le 8 mars 1917, en refusant l'entrée du port de Hoek-van-Holland au vapeur *Princess-Melita*, portant des canons.

Parfois, certaines fiertés se sont réveillées, par exemple en Espagne. Le gouvernement de Madrid désirait faire revenir un certain nombre de bâtiments de commerce, retenus à Hambourg et à Brême par la crainte d'être torpillés en cours de route. A la fin de mars, le gouvernement de Berlin mit, à leur assurer la sécurité, les deux conditions suivantes : 1° les bâtiments s'engageraient à ne jamais faire de transports pour le compte de l'Entente ; ils déposeraient une caution de 500 marks par tonne à l'appui de leur engagement ; 2° le gouvernement de Madrid s'engagerait à ne pas assurer les navires contre les risques de guerre. Le comte Romanones repoussa ces propositions. Le même ministre prépara, vers la fin d'avril, une note de protestation très vive contre les torpillages qui se poursuivaient. La note, qui fut envoyée par son successeur, n'arrêta rien, car, dès le 17, le charbonnier *Patricio*, venant de Newport, fut torpillé avant d'atteindre Barcelone, où la nouvelle de sa perte fut accueillie sans satisfaction. Depuis lors, la marine espagnole a souffert de plusieurs autres torpillages retentissants, notamment celui du *Giralda*, qui a fait l'objet d'une véhémente réclamation à Berlin, réclamation restée sans effet.

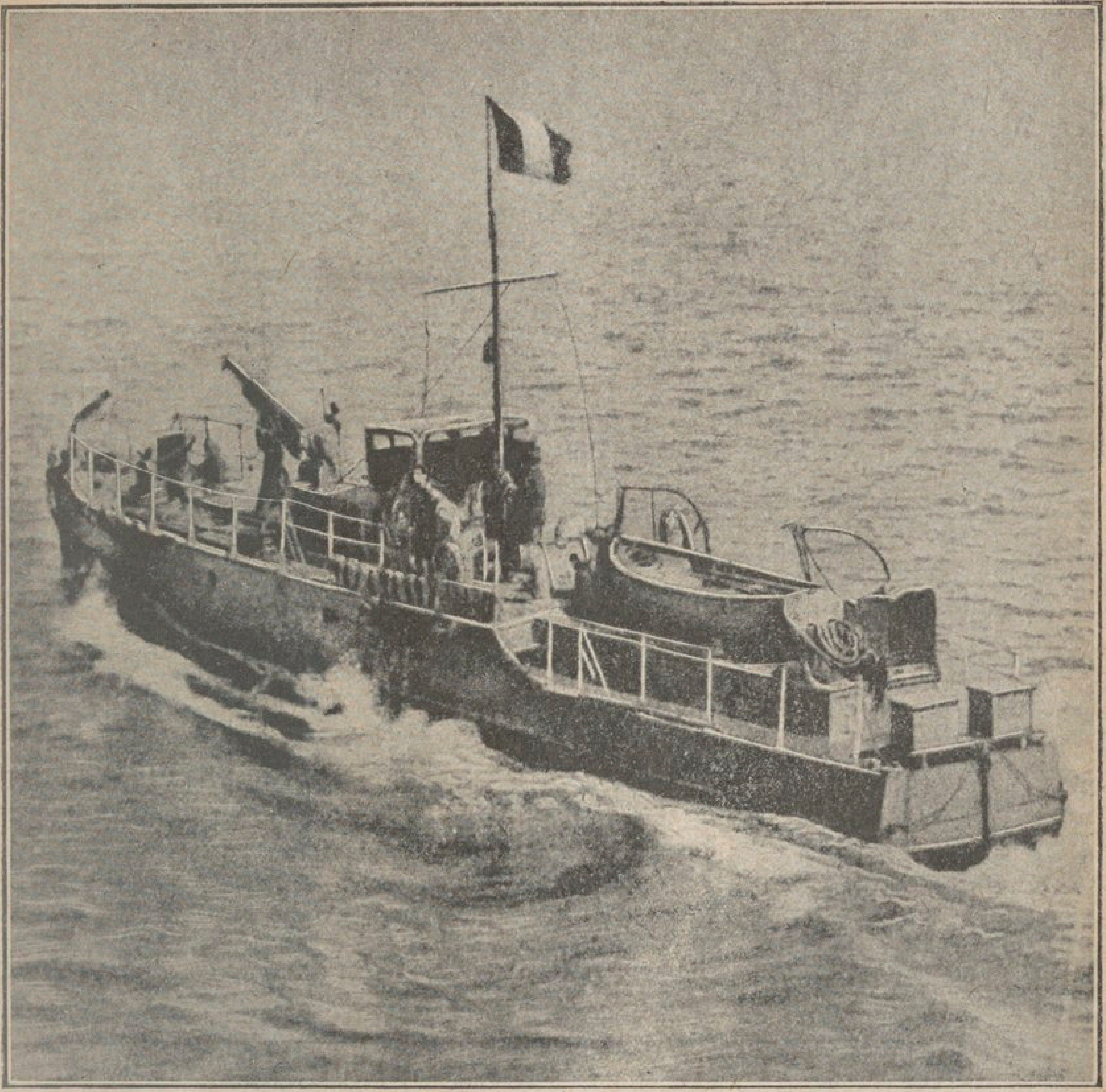
En traversant l'Atlantique, nous rencontrons les trois grandes républiques qui constituent le groupement A. B. C. (Argentine, Brésil, Chili). Dès la déclaration du président Wilson, qui a précédé l'entrée en guerre des Etats-Unis, le groupement A. B. C. a proclamé son adhésion. Le Chili s'en est tenu jusqu'ici à cette manifestation. Le Brésil a franchi le pas décisif et déclaré la guerre. L'Argentine semble lancée sur la même voie que le Brésil ; le sentiment public y est, non sans raison, plus surexcité contre l'Allemagne qu'en aucun autre pays. La publication des dépêches du représentant du kaiser à Buenos-Ayres, qui faisait parvenir à Berlin, *via* Stockholm, l'avis de torpiller les vapeurs argentins dans l'Atlantique, en ayant soin de ne rien laisser subsister du corps du délit, a été une révélation de l'esprit qui inspire la guerre sous-marine. Il n'a plus été permis à personne, belligérants ou neutres, de conserver la moindre illusion à cet égard.

Résumons les enseignements de la guerre navale dont nous venons d'esquisser les traits les plus caractéristiques.

La guerre a enseigné aux Allemands à construire très rapidement, en série, un grand nombre de sous-marins de modèles peu nombreux, dont les meilleurs ne semblent guère différer de ceux antérieurs à l'année 1914, sinon par l'armement.

La guerre a enseigné à l'Entente l'art de combattre et de détruire les sous-marins par des moyens très variés, souvent ingénieux, tous plus ou moins efficaces, alors qu'avant 1914 on était disposé à considérer le sous-marin comme

D'après l' « Illustration »



VEDETTE FRANÇAISE « ANTI-SOUS-MARINE », ARMÉE D'UNE PIÈCE DE 75

*Ces petites canonnières, chargées de la police navale sur les côtes françaises, ont été construites aux Etats-Unis sur le type décrit dans le N° 36 de « La Science et la Vie ».*

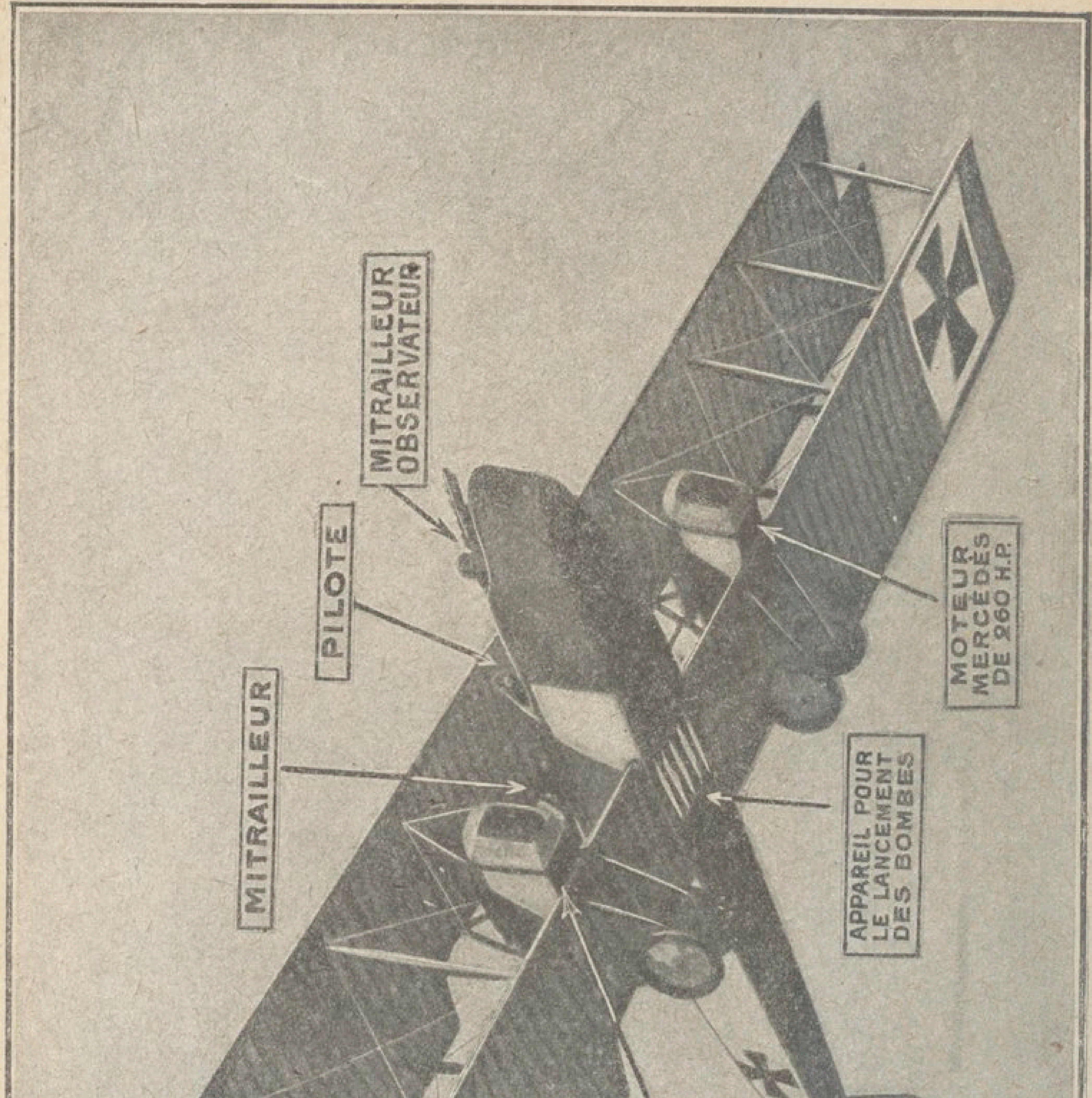
un ennemi inattaquable, indestructible. Espérons qu'après la paix future, paix que nous aimerions à croire prochaine, dont nous saurons attendre la date fatidique, l'art de détruire les sous-marins restera pour longtemps sans application.

La guerre sous-marine a donné quelques résultats scientifiques durables : découvertes relatives aux communications à travers le liquide, par exemple, améliorations des appareils d'écoute, qui avaient été déjà essayés pour découvrir dans la brume l'approche d'une hélice en marche, d'autres encore, dont on parlera plus tard, quand le canon se sera tu et qu'on pourra dire certaines choses.

Le principal enseignement de la guerre navale, sous la forme barbare des crimes des sous-marins allemands, se trouve dans les énergiques protestations du président Wilson, suivies des résolutions viriles des Etats-Unis, dans les décisions prises ensuite par d'autres Etats : Brésil, Chine, petites républiques américaines, enfin dans le revirement de l'opinion dans les pays neutres, qui semblaient atteints, en 1914, de germanophilie incurable.

La grande leçon qui apparaîtra lors de la paix et qui ne saurait être proclamée trop haut, est que l'honneur est, en politique, la suprême habileté.

L.-E. Bertin.




VUE GÉNÉRALE D'UN « GOTHA » EN PLEIN VOL, AVEC SES DEUX MOTEURS MERCÉDÈS DE 260 CHEVAUX CHACUN

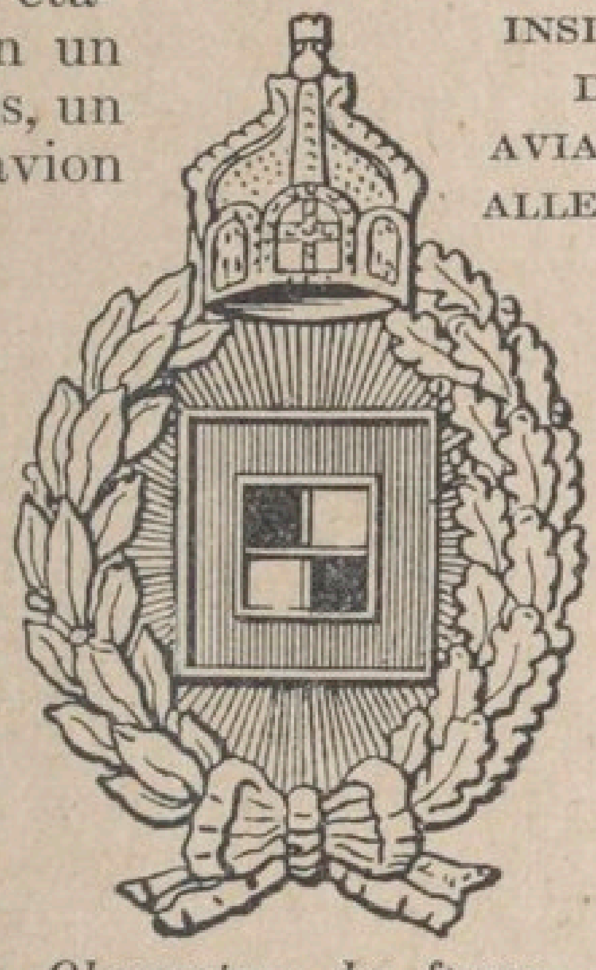
*Chaque moteur est logé dans une nacelle très haute, à 2 m. 10 de l'axe de l'appareil. Sous chaque moteur, dont l'hélice est à l'arrière, existe un train d'atterrissage à deux roues dont l'essieu est monté sur des V en tube. La consommation à l'heure est de 76 litres d'essence et de 5 litres d'huile.*

# L'ÉTAT ACTUEL DE L'AVIATION ALLEMANDE

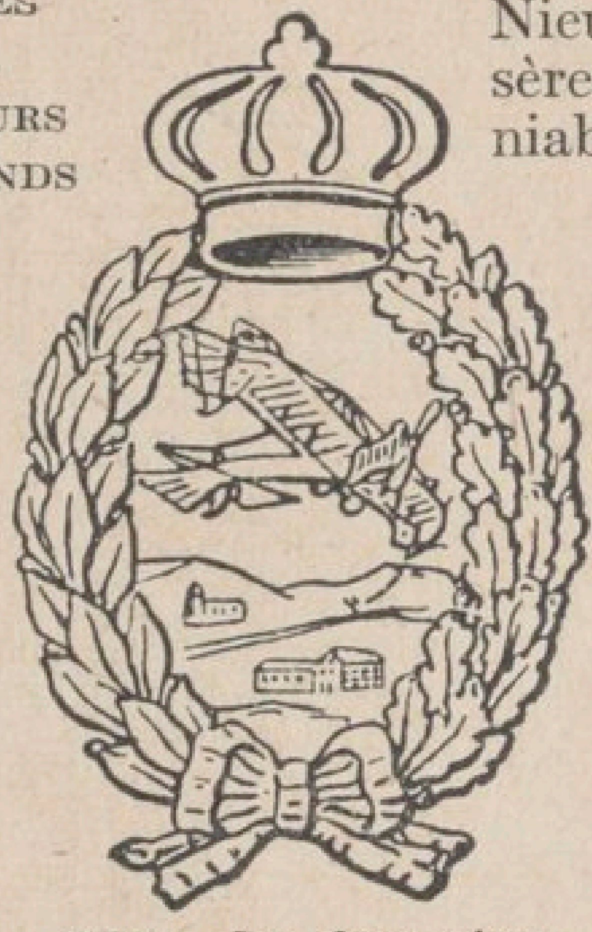
**Par Jacques MORTANE**

« Se basant sur les expériences faites au front par nos aviateurs et leurs appareils, en tirant, d'autre part, tout le profit possible des innovations de l'adversaire, un ingénieur établit à présent, en un peu plus d'un mois, un nouveau type d'avion qui doit surpasser en vitesse, en montée, en maniabilité, ceux qui sont au front. Mais avant que cet appareil y arrive en grande quantité, l'ingénieur a déjà inventé un autre avion surpassant en puissance les engins ennemis employés pour la guerre aérienne. »

INSIGNES DES AVIATEURS ALLEMANDS

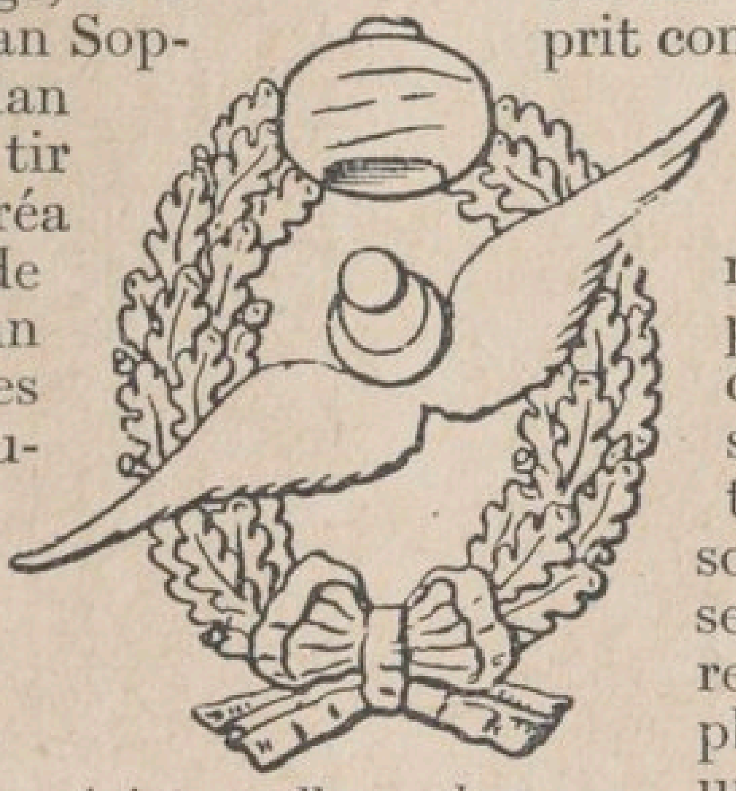


*Observateur des formations allemandes.*



*Pilote des formations spéciales bavaroises.*

Ainsi s'exprimait, l'année dernière, le *Gustrower Zeitung und Posener Tageblatt.* L'Allemand reconnaît lui-même que les inventions de l'adversaire sont bonnes à plagier. C'est ainsi qu'avec l'Handley Page, il a fait le Gotha, qu'avec le triplan Sopwith, il a mis au point le triplan Fokker et, avant, avec le tir dans l'hélice de Garros, il créa le tir synchronisé. Là réside la force de l'ennemi. Lorsqu'un de nos avions tombe entre ses mains, il ne songe qu'à l'étudier pour copier ce qui lui semble intéressant. Les ingénieurs sont appelés, et le résultat ne tarde pas à suivre. Que n'avons-nous jamais employé pareille méthode !



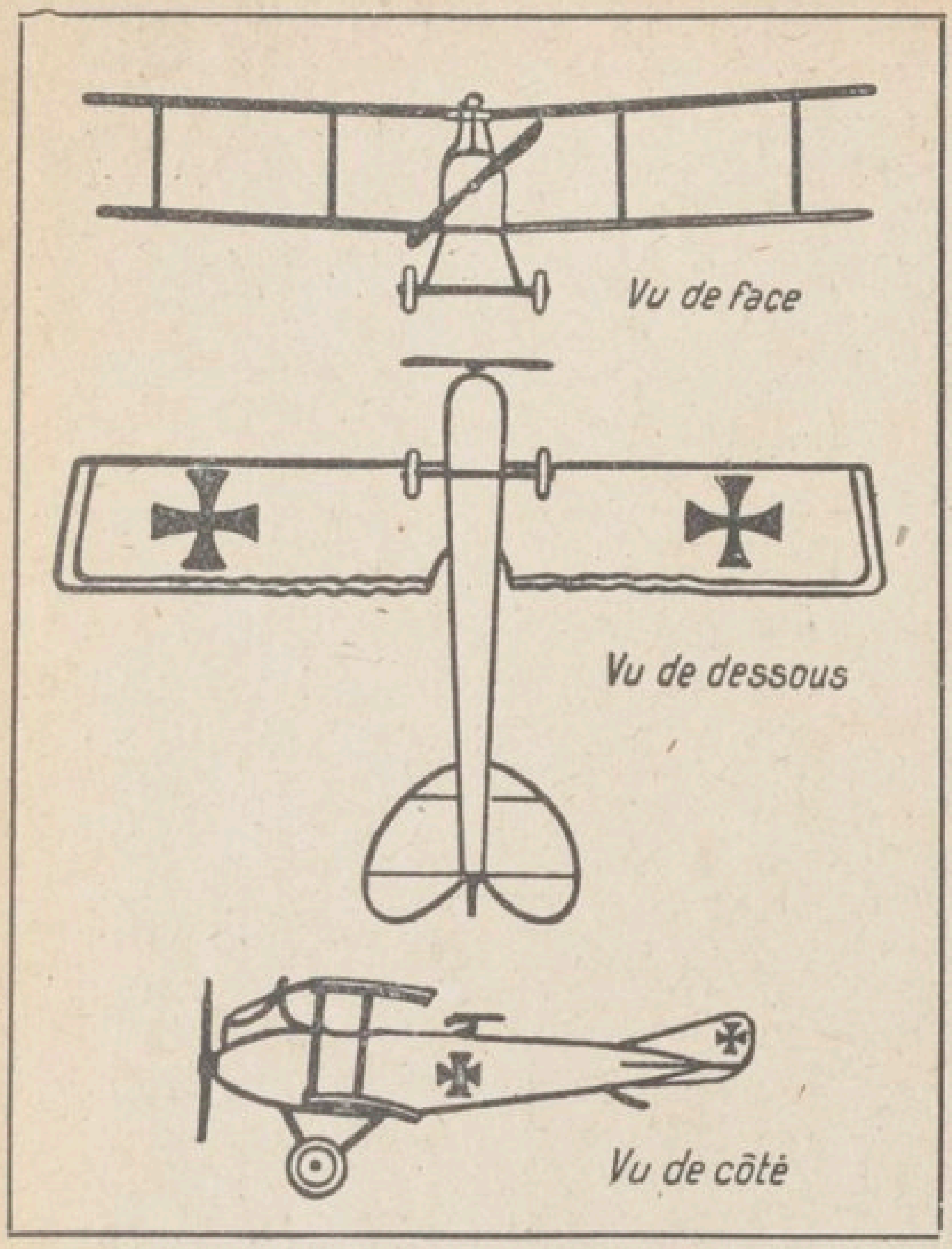
*Aviateur allemand au service de la Turquie.*

Voyons encore ce que dit le journaliste allemand :

« Au printemps 1916, le Fokker s'était révélé comme appareil de combat. Grâce à une grande activité, les Français amenèrent avec leur petit biplan Nieuport un avion qui était, à son apparition (été 1916), supérieur au Fokker sans aucun doute. Ce n'est pas l'activité des aviateurs ennemis, mais bien les qualités aérodynamiques du Nieuport qui dépassèrent en montée, maniabilité, vitesse notre avion de combat. Ce progrès constant de la construction aéronautique est, naturellement, en combat aérien, d'une importance prépondérante par rapport aux connaissances du pilote et à son habileté au tir. Le total des aviateurs anglais, français et aussi américains, sur le front ouest, fournit à l'adversaire une supériorité de force vraiment écrasante.

« Pendant le long été de combats de 1916, nous prîmes peu à peu notre revanche sur la supériorité ennemie. L'esprit combatif n'a pas manqué à nos pilotes. Ils ont accepté chaque combat aérien où ils le trouvaient. Par de dures rencontres, il nous arriva de purger l'air d'ennemis au-dessus de nos lignes. La supériorité de l'adversaire trouvait par là, peu à peu, son contrepoids. De même, ses réalisations techniques furent dépassées par le monoplace de combat Halberstadt, un Fokker modifié ; et vers la fin de l'automne 1916, par le premier monoplace de combat Albatros, appareil très puissant.

« Le tableau changeait bientôt. A la fin de 1916, la qualité des avions était pareille des deux côtés. L'esprit des




SCHÉMAS DE L'ALBATROS C-III

*Ce biplan à tous usages a les ailes en V très ouvert ; elles ne sont pas en flèche et non décalées. Surface totale: 37 m. 950 ; longueur totale: 7 m. 90 ; hauteur: 3 m. 20 ; envergure des ailes supérieures : 11 m. 75, des ailes inférieures: 11 m. 15.*

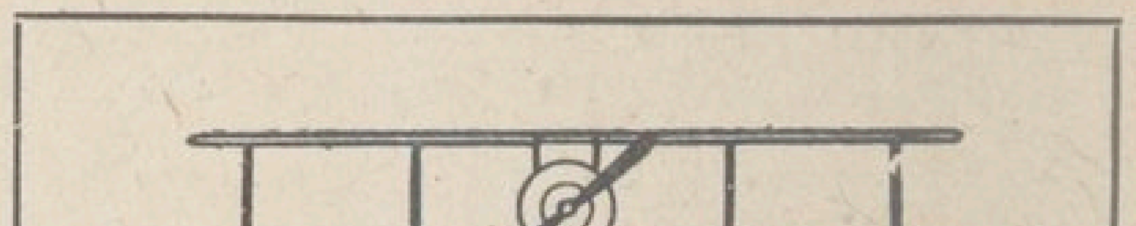
troupes devait alors décider. Nos pilotes possèdent l'éducation, le pouvoir personnel, la conscience du devoir et les sentiments de camaraderie qui donnent un bon état d'esprit. L'instruction que nos aviateurs reçoivent à présent, à l'arrière et au front, leur donne une sensation certaine de supériorité. Plein de confiance dans son savoir d'aviateur, dans son habileté au tir, dans son avion souvent essayé, le pilote allemand attaque maintenant l'ennemi où il le trouve.

« Les nouveaux avions de chasse qui servaient sur le front au début de 1917 étaient sans aucun doute supérieurs en production aux monoplaces de combat ennemis. Ils transportaient un armement important. Toutes les déclarations des aviateurs ennemis prisonniers s'accordent sur ce point qu'il est absolument impossible de lutter contre nos nouveaux monoplaces de combat. »

Bien entendu, l'Allemand, avec son bluff habituel, veut se faire passer pour le vainqueur des airs, ce qui est absolument inexact. Certes, il n'est pas un adversaire négligeable, comme on l'a trop souvent soutenu, mais il ne faudrait pas cependant prendre ses exagérations au sérieux. Il a des « as » de valeur, mais nos champions sont meilleurs. Il résiste mieux maintenant dans les airs, mais, pendant une très longue période, il a fui devant nos attaques. Ce n'est point parce qu'il va bombarder des villes ouvertes que nous devons le déclarer invincible : jamais il n'a empêché nos bombardiers d'accomplir leur mission, pas plus que nous ne saurions lui interdire, d'une façon absolue, l'accès des objectifs qu'il s'est décidé à attaquer. C'est pourquoi, à ce point de vue, la représaille seule peut le châtier très efficacement.

Ce que l'on peut affirmer, c'est le colossal effort qu'il a fourni pour obtenir la meilleure fabrication et le maximum de rendement. Il date du moment où le général von Hoeppner a été nommé chef suprême de l'aviation allemande.

C'était à la suite de la bataille de la Somme. Là, l'ennemi avait été nettement inférieur. Nous avons vu le côté exagéré inspiré par l'agence Wolff, nous allons maintenant jeter un regard dans les coulisses, grâce aux curieuses révélations du général von Below lui-même :

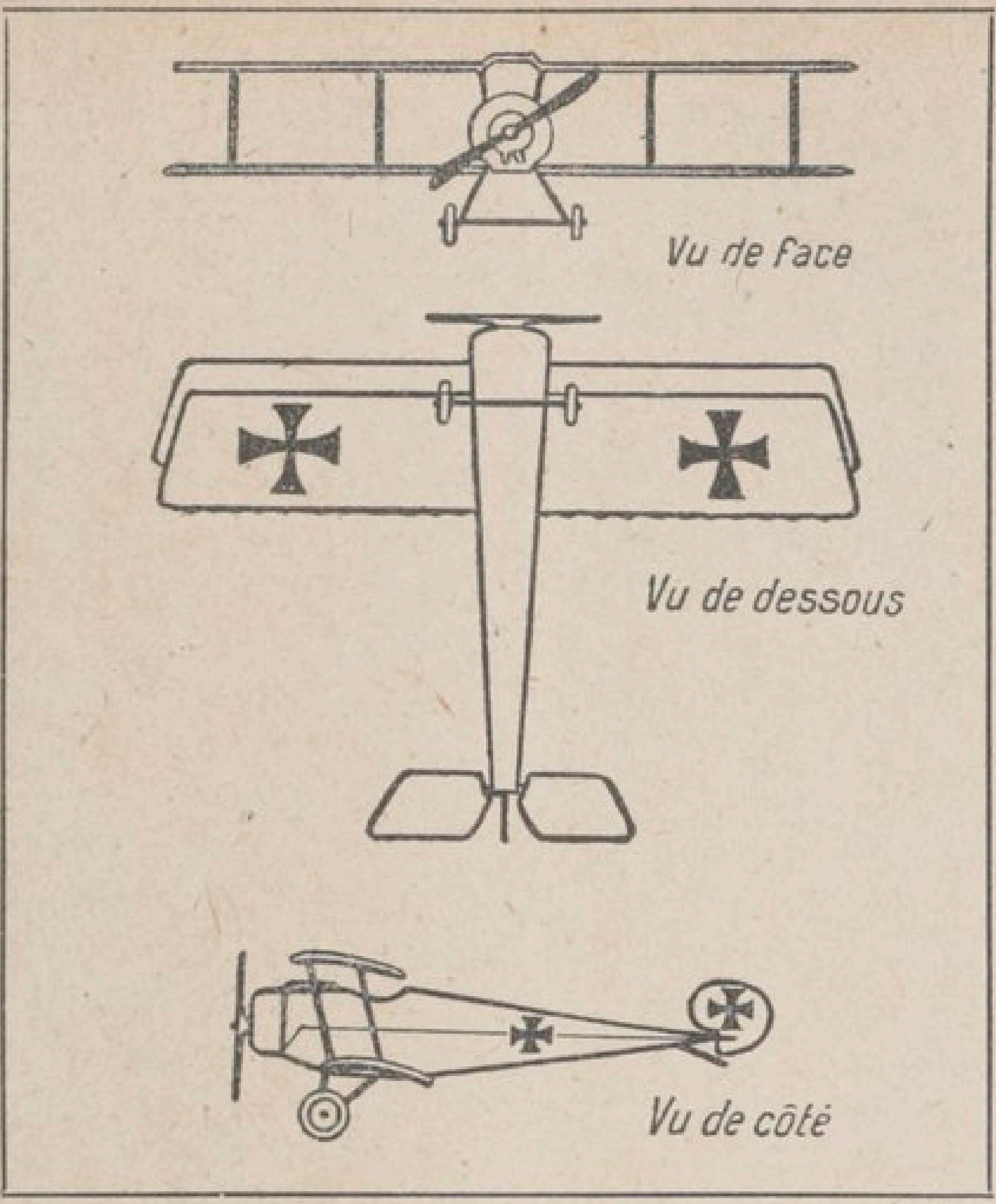



CARACTÉRISTIQUES DE L'AGO D-I

*Il a un moteur Mercédès de 175 chevaux ; son envergure est de 9 m. 60 et il est armé de deux mitrailleuses fixes tirant à travers l'hélice.*

« Les causes qui ont provoqué nos échecs du début sont moins imputables à notre infanterie qu'à l'action en masse de l'ennemi, surtout dans le domaine de l'aviation et celui de l'artillerie...

« Il en résulta un effet moral très défavorable qui fut encore augmenté par la supériorité indéniable des avions ennemis, au début tout au moins. Les aviateurs adverses ne réglaient pas seulement, sans être dérangés, les tirs de leur artillerie, mais ils attaquaient avec des bombes et avec leurs mitrailleuses notre infanterie dans ses tranchées, dans ses entonnoirs et dans les marches qu'elle effectuait en colonnes denses.



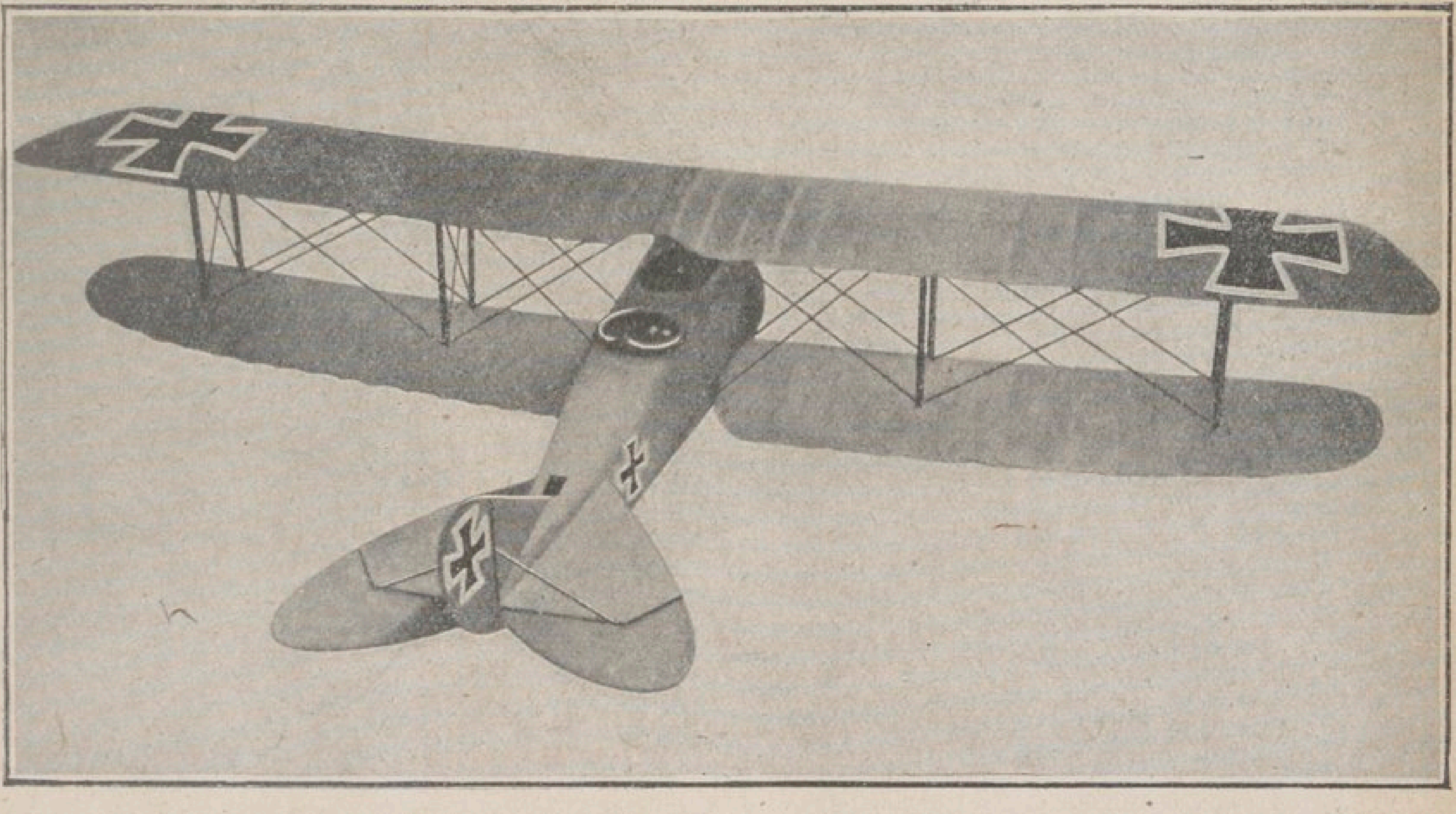

LE FOKKER BIPLAN D...

*Moteur Mercédès fixe de 175 chevaux ou rotatif Oberursel de 100 chevaux; 7 mètres de long, 2 m. 50 de haut, 9 mètres d'envergure; armé de deux mitrailleuses tirant à travers l'hélice.*

« Bien que les pertes qui en résultèrent fussent numériquement peu élevées, l'effet moral sur la troupe était considérable, parce que, au commencement, elle n'avait aucun moyen d'action contre les avions. L'effet des innombrables ballons qui s'étendaient sur les lignes ennemies, comme des grappes de raisin, fut tout aussi déprimant, car tout homme isolé, toute mitrailleuse isolée se croyaient aussitôt reconnus, observés et arrosés d'un feu bien réglé.

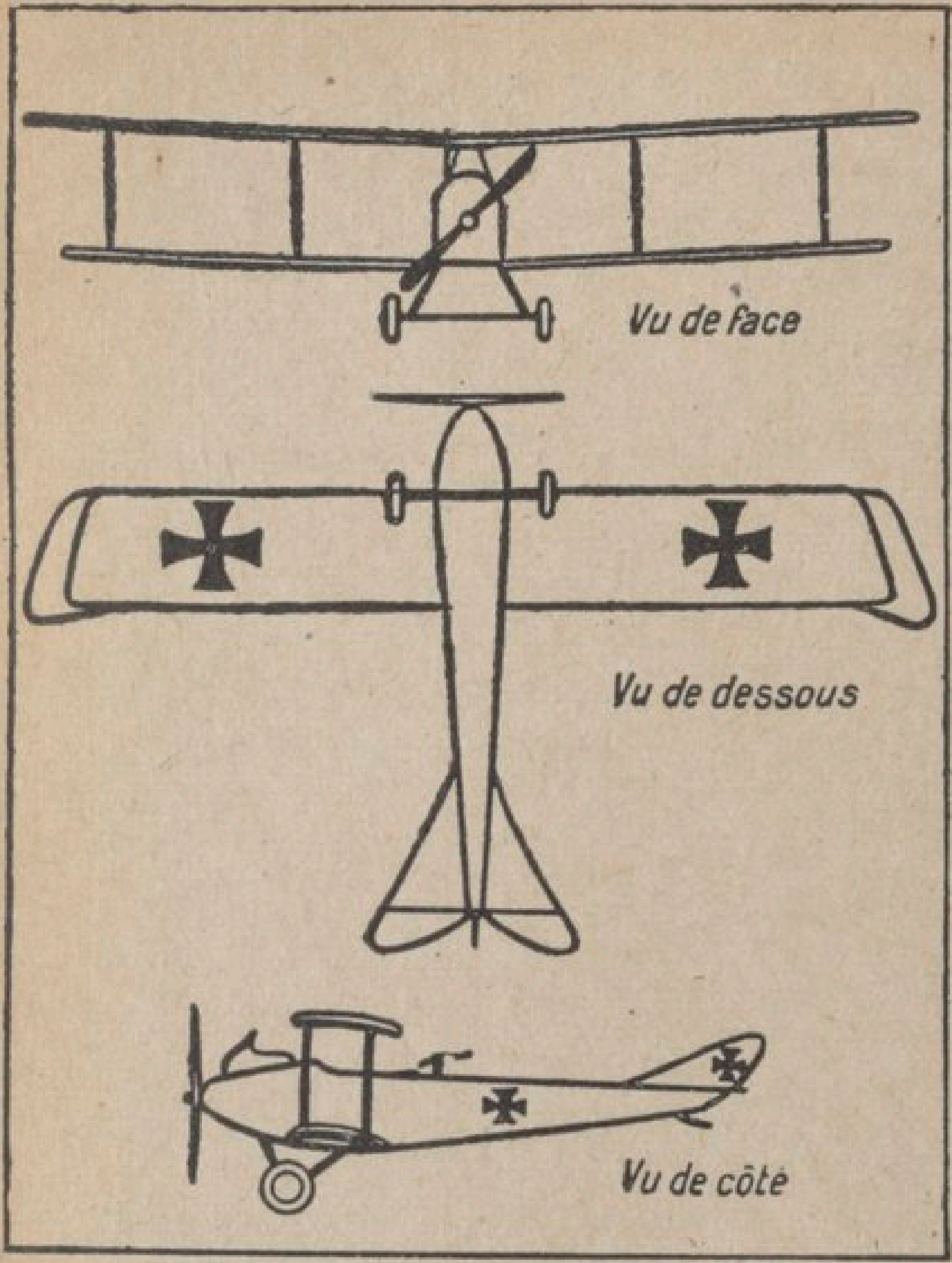
« Les attaques par bombes et mitrailleuses, exécutées à faible hauteur sur notre infanterie, nos positions de batteries et nos convois, confirmèrent parmi nos troupes l'impression que nous étions sans défense.

« Par contre, il n'arriva que fort rare-



ASPECT GÉNÉRAL D'UN D. F. W. (DEUTSCHE FLUGZEUG-WERKE)

*Le poids à vide de cet appareil est de 900 kilos; la charge maximum, en sus des réservoirs pleins, est de 370 kilos; il est muni d'un moteur fixe Benz de 225 chevaux.*

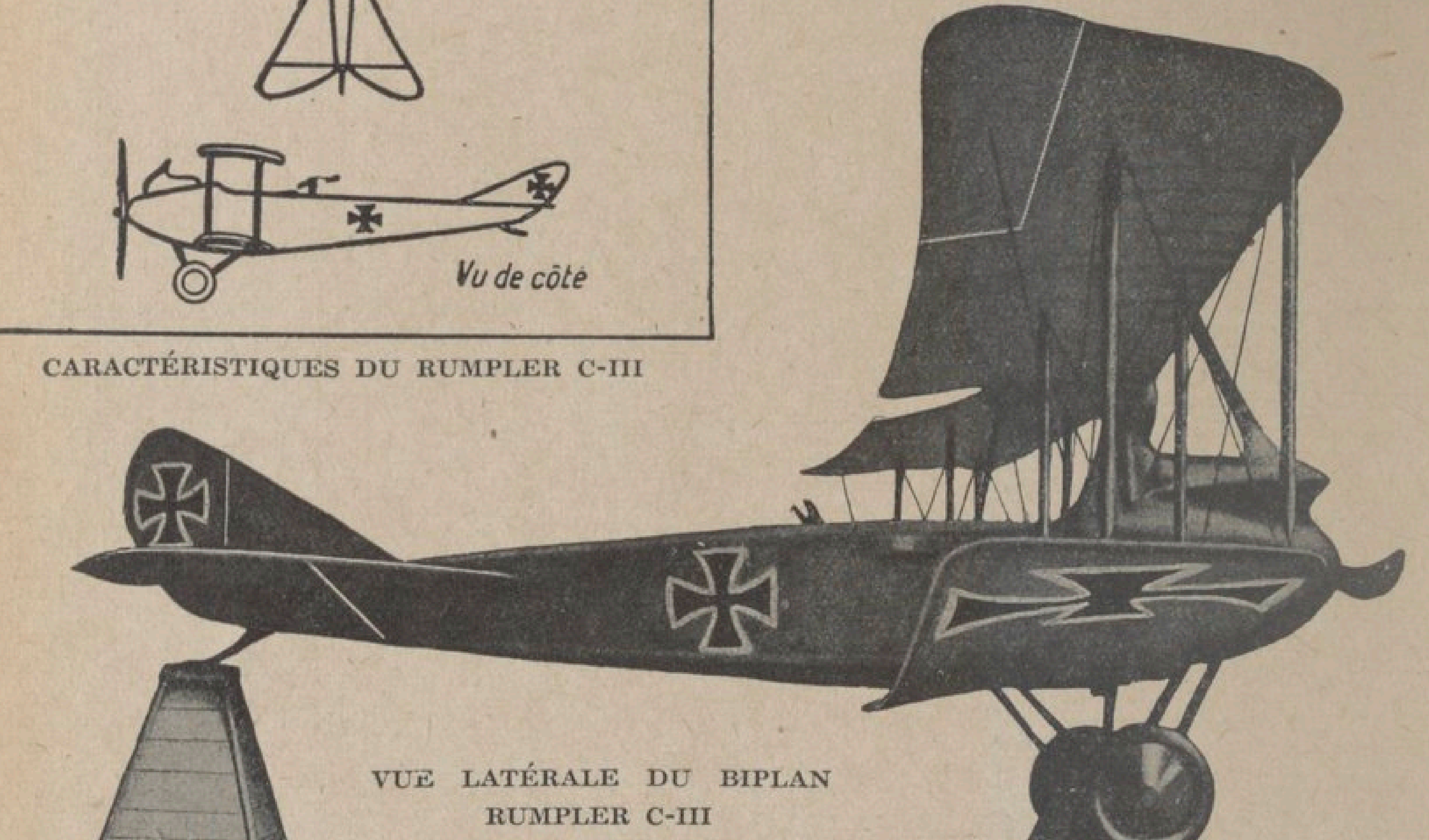



CARACTÉRISTIQUES DU RUMPLER C-III

tillerie, qui est considérable, et dont on est bien obligé de reconnaître la bonne organisation et le bon rendement. »

Cet autre son de cloche résonne joyeusement à nos oreilles et peu d'hommages furent plus sensibles à nos aviateurs. Mais, après la critique dépouillée d'artifice, l'ennemi songe aussitôt au remède. Le remède fut le général von Hoeppner, devenu le véritable dictateur de l'air.

Vite, il entreprit courageusement de régénérer l'aviation allemande. Il commença par organiser une propagande efficace en faveur de l'aviation : récompenses et honneurs accordés généreusement aux pilotes, citation des noms



VUE LATÉRALE DU BIPLAN RUMPLER C-III

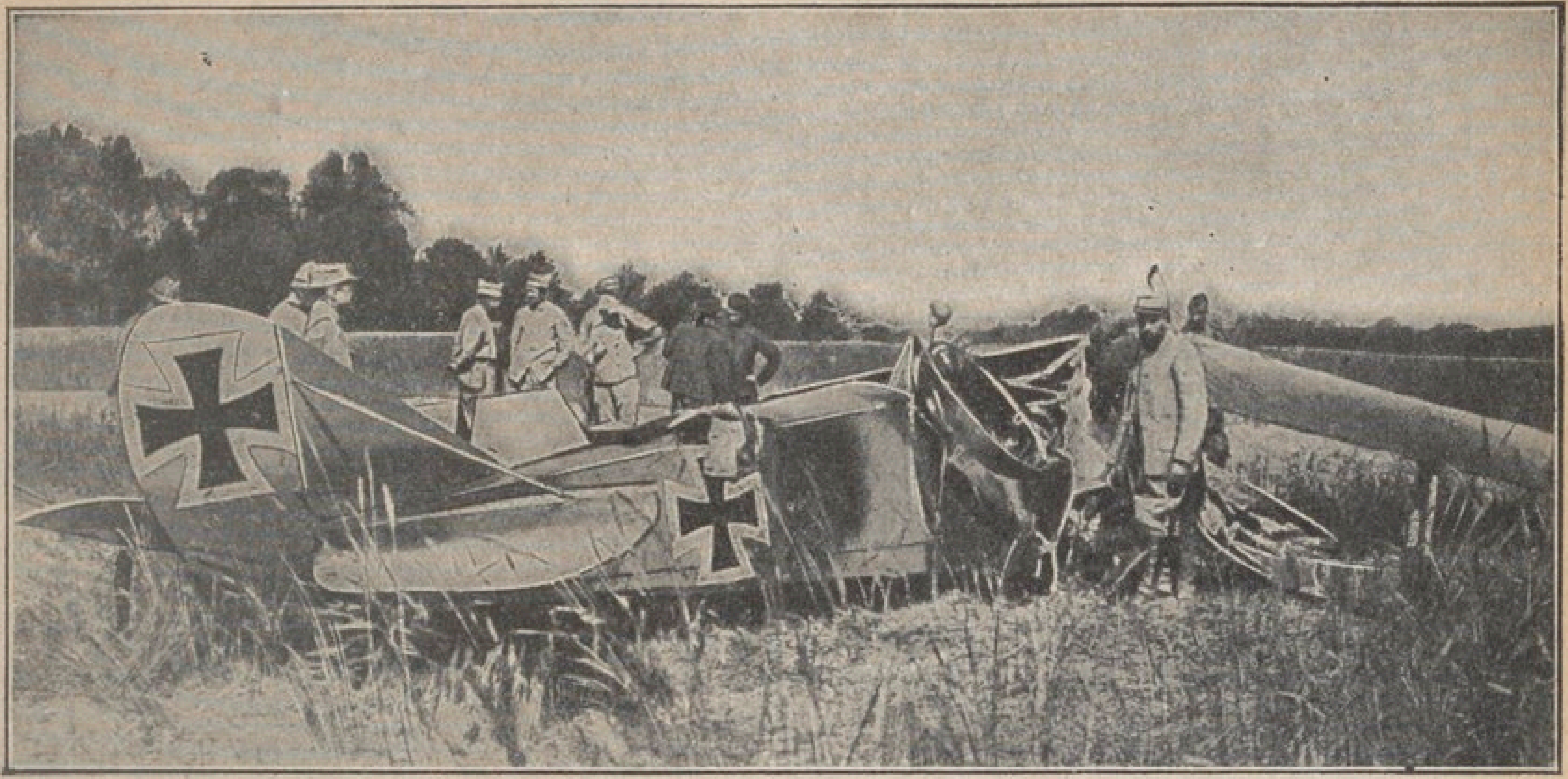
*Cet appareil est un biplace servant à tous les usages; il est fabriqué à Johannisthal, près Berlin, là où, au début de la guerre, on construisait des « taubes ». Le Rumpler C-III est muni d'un moteur fixe Mercédès de 175 chevaux; il a les ailes en V extrêmement ouvert et possède un gouvernail de direction semi-ovale, assez élevé, avec plan fixe triangulaire. Surface totale: 35 m. 95; longueur totale: 7 m. 90; hauteur: 3 m. 20; envergure des ailes supérieures: 12 m. 25, des ailes inférieures: 11 m. 05.*

ment que nos avions pussent exécuter des reconnaissances à longue portée. Nos aviateurs d'artillerie étaient rejetés en arrière dès que, forçant le barrage ennemi, ils tentaient de régler le tir de nos batteries. Les reconnaissances photographiques ne purent fournir que très imparfaitement ce qu'on leur demandait...

« L'ennemi disposait de moyens massifs, proportionnés à son matériel d'ar-

des as au communiqué, exposition du butin aérien à Berlin. Les volontaires furent encouragés, les demandes transmises et examinées dans les plus brefs délais. L'enthousiasme fut habilement entretenu et l'aviation devint bientôt une arme d'élite. C'est à qui sera agréé.

Côté matériel : von Hoeppner s'adressa aux constructeurs pour qu'ils créassent des types de chasse nouveaux, capables de

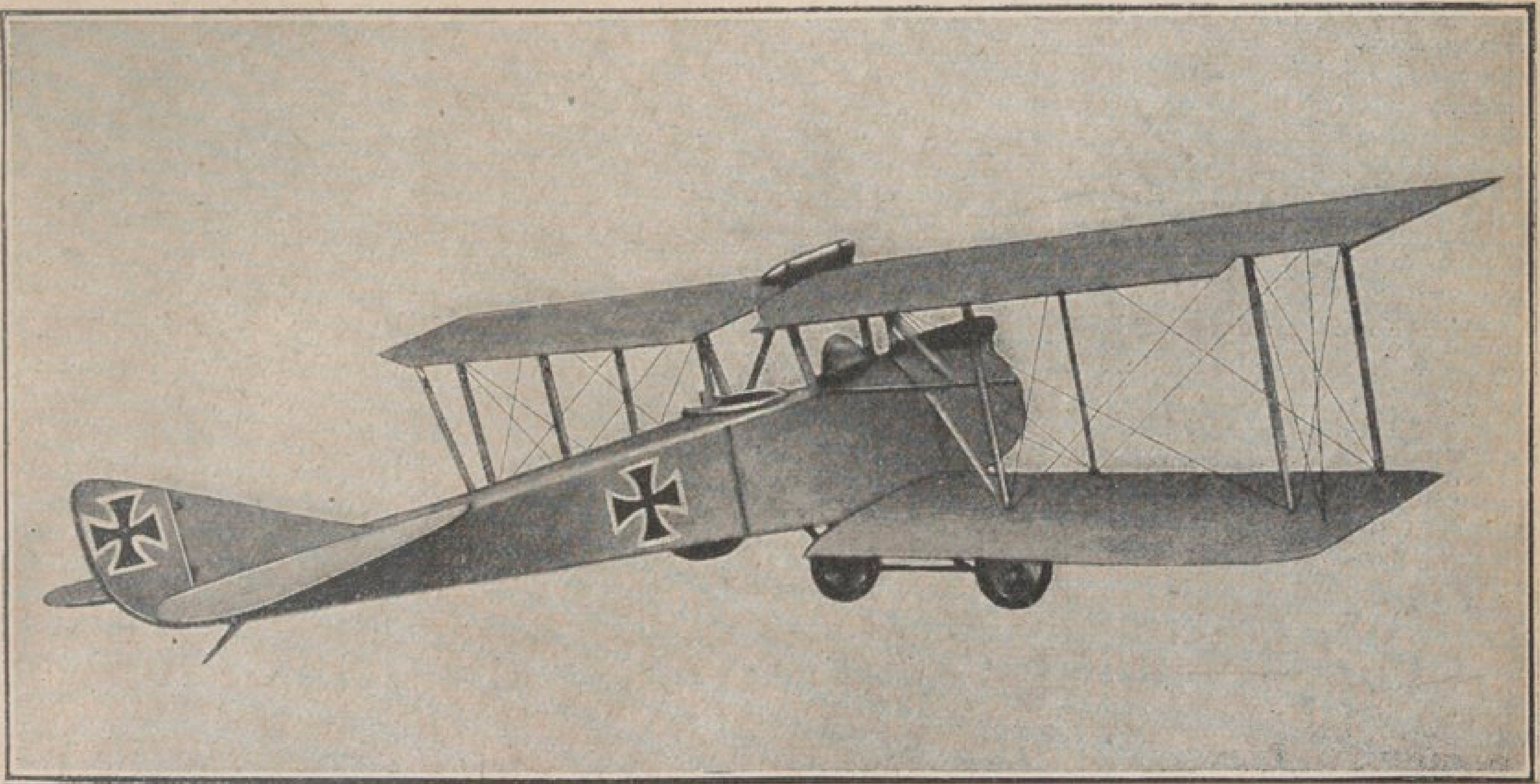


RUMPLER DE RECONNAISSANCE PHOTOGRAPHIQUE CAPTURÉ SUR LE FRONT

*Forcé d'atterrir dans nos lignes, par suite d'une panne de son réservoir d'essence, l'appareil fit une vrille dans les 50 derniers mètres et vint s'écraser sur le sol. L'équipage fut relevé grièvement blessé. Le barographe indiquait une montée de 6.000 mètres.*

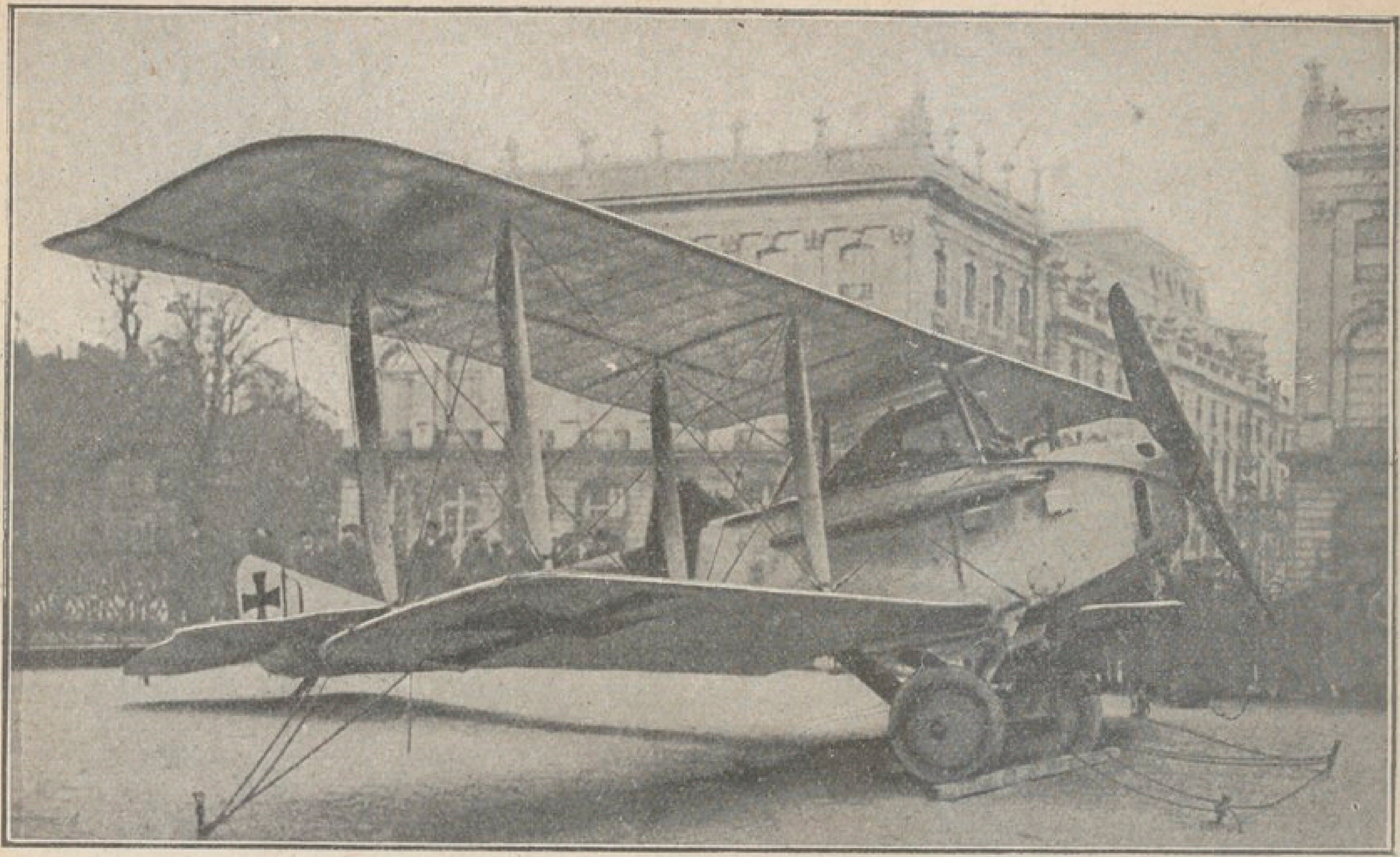
lutter avec le Nieuport, puis avec le Spad. Des avions furent inventés (Halberstadt, Roland), sacrifiant la solidité aux qualités de vitesse et de puissance ascensionnelle. Toutes les usines possédant un outillage possible pour la fabrication des aéroplanes furent réquisitionnées. Et, pour augmenter encore le rendement, on décida d'unifier les types. La construction put être ainsi intensifiée et la maison Albatros put sortir en séries une foule d'appareils de combats monoplaces de 160, puis de 220 chevaux. Quant aux biplaces Albatros de 200 chevaux, aux D.F.W., aux A.E.G., ils étaient légion. L'usine Gotha, d'Erfurt, se mettait enfin à l'œuvre pour établir le triplace bi-moteur de bombardement, qui alla depuis si fréquemment attaquer l'Angleterre.

L'unification fut également observée



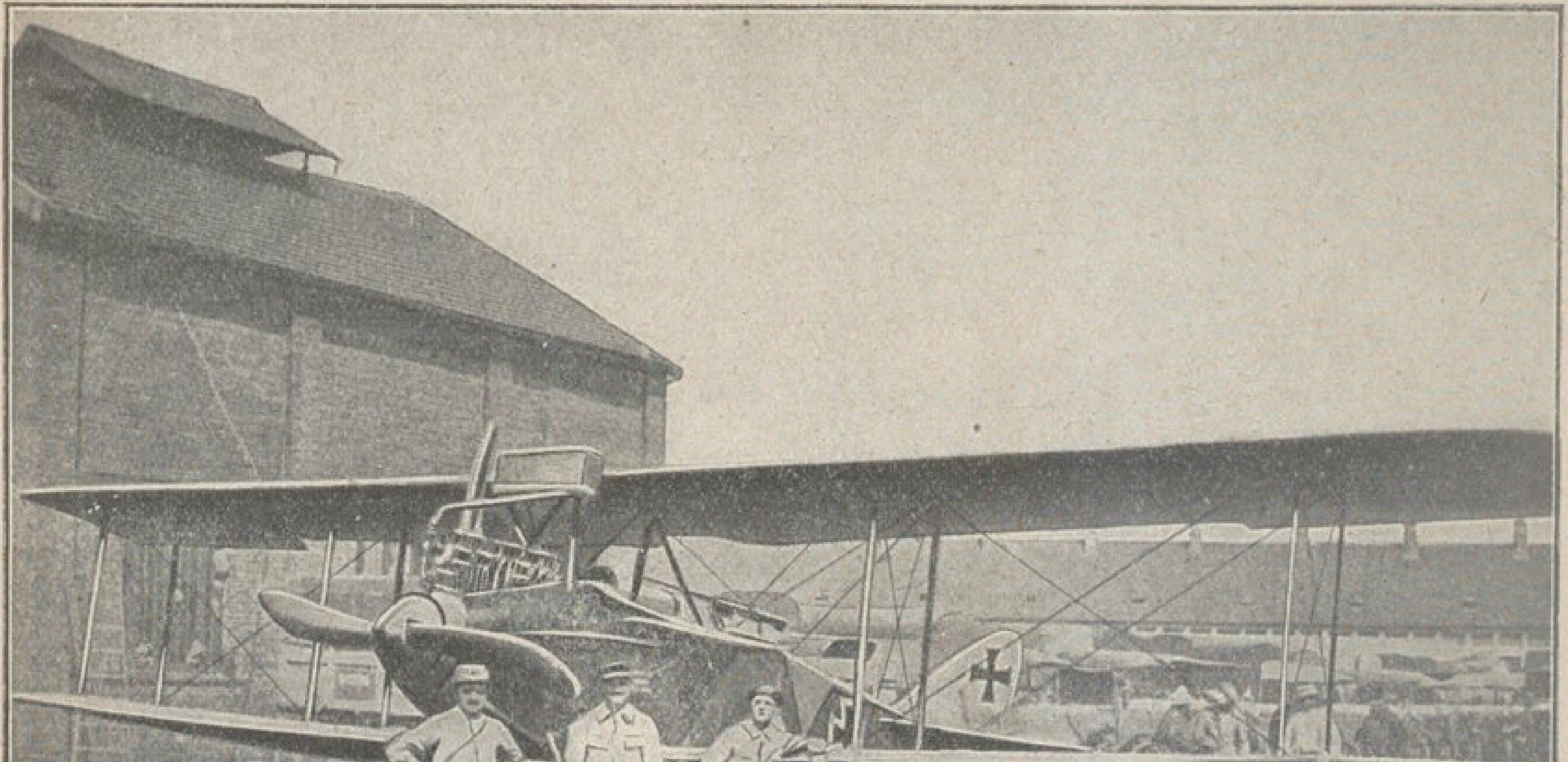
TYPE DE L. V. G. (LUFT-VERKEHRS-GESELLSCHAFT) EN PLEIN VOL

*Le L. V. G., construit à Johannisthal, est dû à l'ingénieur Schneider. L'avion que nous représentons est un biplan biplace n'ayant pas de destination spéciale.*



APPAREIL BIPLAN L. V. G. EXPOSÉ SUR UNE PLACE PUBLIQUE D'UNE VILLE FRANÇAISE

*Cet avion, abattu intact l'année dernière, était surtout employé aux reconnaissances photographiques. Il était armé de deux mitrailleuses et muni d'un lance-bombes.*



UN D. F. W. ABATTU DANS NOS LIGNES PAR LES CANONS ANTIAÉRIENS

*Ce biplan biplace fut capturé absolument intact. Il portait, en allemand, les inscriptions suivantes: « Poids à vide: 900 kilos; charge maximum en sus des réservoirs pleins: 370 kilos. »*

du côté des moteurs. Le rotatif fut provisoirement abandonné pour permettre la seule construction des moteurs Benz et Mercédès de 160, 200 et 260 chevaux.

Enfin, même du côté des escadrilles, von Hoeppner étendit sa protection tutélaire. Il éleva à cent hommes les effectifs des escadrilles de six avions monoplaces, afin de faciliter la réparation rapide des appareils et leur mise au point parfaite.

D'une façon générale, chaque appareil a une affectation de quatre monteurs.

Et, pour augmenter encore l'enthousiasme, l'indemnité mensuelle du pilote, officier ou sous-officier, fut élevée à 305 marks. Chez nous, cette indemnité diffère avec le grade : 60 francs par mois pour le simple soldat et le caporal, 120 francs pour le sergent, 150 francs pour l'adjudant, 300 francs pour l'officier.

### Intensification de la fabrication

L'élan était donné. Il n'y avait plus qu'à l'entretenir. Von Hoeppner s'y employa. Du 1er février 1915 au 15 août, vingt-neuf usines allemandes importantes avaient été transformées en fabriques d'avions et d'hydros. Depuis cette date, le chiffre a été au moins doublé.

De jour en jour, des perfectionnements sont apportés au matériel d'aviation ennemi, grâce à une méthode très stricte et surtout à une autorité que personne ne conteste, que rien ne vient entraver.

C'est surtout du côté de l'aviation de chasse que l'effort se porte afin de tenir tête aux forces alliées, au moment où l'Amérique commencera à prendre part aux luttes de l'air. A cet effet, les usines de Berlin, Cologne, Altona, Johannisthal, Potsdam, Charlottenburg, Dresde, Spandau, etc... ont agrandi leurs établissements et réclamé de la main-d'œuvre supplémentaire. La maison Fokker a acheté la plus grande fabrique de pianos de l'Allemagne du Nord (établissements Berzma, à Schwerin). D'importantes commandes sont, en outre, passées à l'étranger,

La progression de l'aviation est ainsi assurée d'une façon parfaite, comme en témoigne le tableau ci-dessus.

En réalité, la dotation de toutes ces unités dépasse actuellement 2.500 avions.

Il convient d'ajouter à ces formations :

| | NOVEMBRE 1916 | | MAI 1917 | | DÉCEMBRE 1917 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | UNITÉS | AVIONS | UNITÉS | AVIONS | UNITÉS | AVIONS |
| 1° AVIATION DE BOMBARDEMENT. | | | | | | |
| 4 *Kampfgeschwadern* comptant chacun 18 avions répartis en 3 *Staffeln*, soit.................... | 42 | 250 | 12 | 72 | 23 | 138 |
| 2° AVIATION DE CHASSE | | | | | | |
| 38 *Jagdstaffeln* comptant chacune 18 avions .................... | 12 | 200 | 38 | 684 | 40 | 720 |
| 3° AVIATION DE PROTECTION | | | | | | |
| Une vingtaine de *Schutzstaffeln* comptant chacune 6 avions.... | » | » | 20 | 120 | 30 | 180 |
| 4° AVIATION DE RECONNAISSANCE. | | | | | | |
| *a)* 60 à 80 *Feldfliegerabteilungen* comptant chacune 6 avions.... | 166 | 1.000 | 60 à 80 | 300 à 480 | 80 | 480 |
| *b)* 90 à 100 *Artilleriefliegerabteilungen* comptant chacun 6 avions | » | » | 90 à 100 | 540 à 600 | 100 | 600 |
| TOTAUX ............. | 220 | 1.450 | 220 à 250 | 1.770 à 1.950 | 273 | 2.118 |

*a)* L'aviation de place *(Kampfeinsitzerstafeln)*, constituée par des escadrilles d'appareils de monoplaces de combat, destinées à devenir par la suite des *Jagdstafeln*. Il y en a une dizaine ;

*b)* L'aviation navale, qui comprend, en principe, trois escadrilles de terre *(Landfliegerabteilungen)* et sept escadrilles de mer *(Seefliegerabteilungen)* ;

*c)* Les escadrilles de dépôt *(Fliegerersatzabteilungen)*, qui servent à former des pilotes et sont également destinées à alimenter les escadrilles du front.

Ces chiffres semblent considérables et il est permis de se demander de quelle façon les usines peuvent arriver à faire droit aux demandes. Grâce à une organisation très stricte et très sévère, le commandement a réussi à faire donner le maximum de rendement à chaque maison. (Voir p. 410 un tableau des avions fabriqués par les constructeurs allemands).

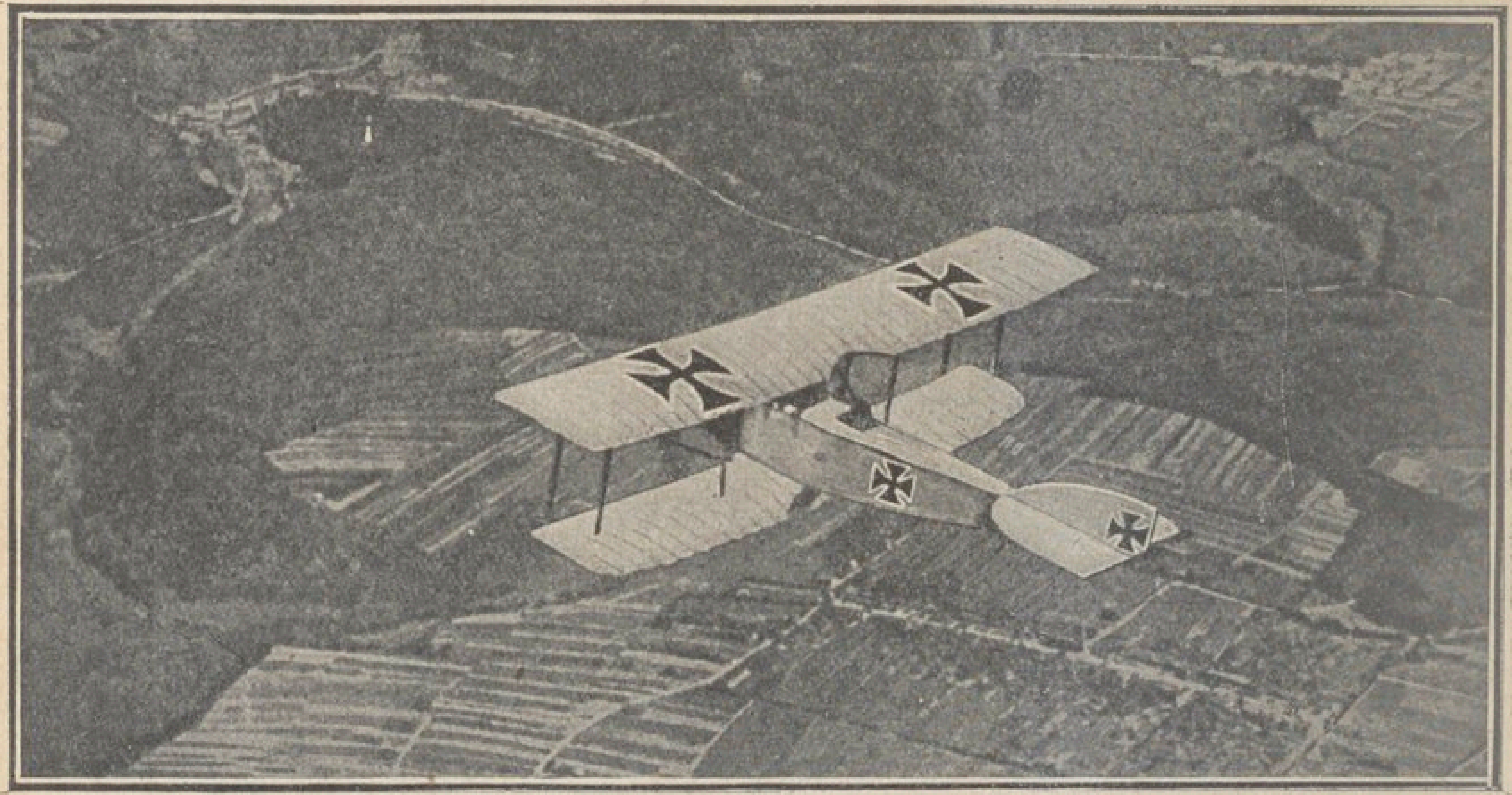
Le Gotha est, à l'heure actuelle, l'avion de bombardement le plus intéressant en Allemagne. Il commença à entrer en service en octobre 1916, et lorsqu'un Handley-Page atterrit intact dans les lignes ennemies, les ingénieurs qui construisirent le Gotha profitèrent de l'aubaine pour perfectionner leur aéronef.

Le type de 1916 était muni de deux moteurs Mercédès, six cylindres, de 260 chevaux. La vitesse était de 130 kilomètres à l'heure. La puissance ascensionnelle permettait de monter à 3.000 mètres en vingt minutes, à 4.000 en trente minutes. Il portait trois mitrailleuses : une à l'avant, deux à l'arrière, dont l'une tirant en dessus, l'autre en dessous de la queue, et dépensait 300 litres d'essence pour un vol maximum de quatre heures. Lourd et peu maniable, cet avion donna peu de satisfaction au début.

En août 1917, apparut un triplan Gotha, désigné par le nom de *Ursinus*-11. Il avait deux moteurs de 150 chevaux, six cylindres, construits par les usines Basse et Delve, d'Altona. Il pouvait emporter douze voyageurs. Mais pour les expéditions, quatre hommes seulement étaient prévus, avec 180 kilos de bombes, un canon à répétition, 3 mitrailleuses et 550 litres d'essence. Il montait à 1.825 mètres en vingt minutes. Il pouvait tenir l'air sans escale pendant 800 kilomètres. Le fuselage était blindé et les plans fabriqués avec une toile transparente. Ce type a dû être abandonné.

Les récents Gothas les plus employés ont deux moteurs, ils possèdent trois places et emportent 1.235 kilos. Ils montent, avec la charge complète, à :

| | | |
|---|---|---|
| 630 | mètres en | 2 m. 3 s. |
| 1.530 | — | 7 m. |
| 2.100 | — | 14 m. |
| 3.500 | — | 21 m. |
| 4.230 | — | 32 m. |
| 5.400 | — | 52 m. 30 s. |



AVIATIK DE BOMBARDEMENT EN MISSION (DOCUMENT ALLEMAND)

*Cet appareil a été photographié dans les airs par un camarade d'escadrille qui le survolait.*

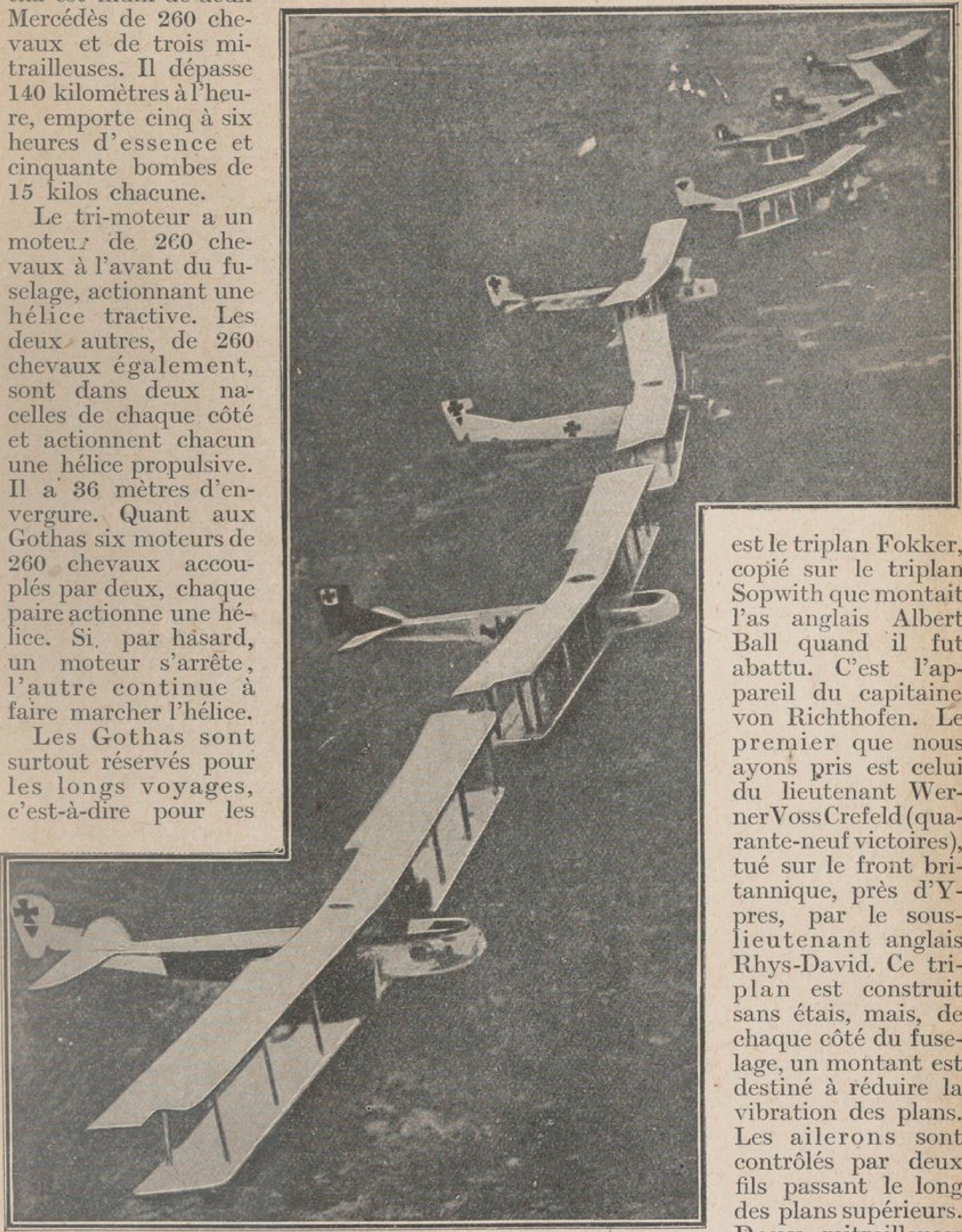
Le poids se répartit ainsi : essence et huile, 480 kilos ; bombes, mitrailleuses, munitions, 520 kilos ; équipage, 235 kilos.

L'autre biplan bi-moteur triplace Gotha est muni de deux Mercédès de 260 chevaux et de trois mitrailleuses. Il dépasse 140 kilomètres à l'heure, emporte cinq à six heures d'essence et cinquante bombes de 15 kilos chacune.

Le tri-moteur a un moteur de 260 chevaux à l'avant du fuselage, actionnant une hélice tractive. Les deux autres, de 260 chevaux également, sont dans deux nacelles de chaque côté et actionnent chacun une hélice propulsive. Il a 36 mètres d'envergure. Quant aux Gothas six moteurs de 260 chevaux accouplés par deux, chaque paire actionne une hélice. Si, par hasard, un moteur s'arrête, l'autre continue à faire marcher l'hélice.

Les Gothas sont surtout réservés pour les longs voyages, c'est-à-dire pour les bombardements de l'Angleterre... et aussi de Paris. Sur le front occidental, les Allemands emploient surtout des A. E. G.

Pour la chasse, l'avion le plus moderne est le triplan Fokker, copié sur le triplan Sopwith que montait l'as anglais Albert Ball quand il fut abattu. C'est l'appareil du capitaine von Richthofen. Le premier que nous ayons pris est celui du lieutenant Werner Voss Crefeld (quarante-neuf victoires), tué sur le front britannique, près d'Ypres, par le sous-lieutenant anglais Rhys-David. Ce triplan est construit sans étais, mais, de chaque côté du fuselage, un montant est destiné à réduire la vibration des plans. Les ailerons sont contrôlés par deux fils passant le long des plans supérieurs. Deux mitrailleuses accouplées tirent à travers l'hélice. Il monte à 4.500 mètres en dix-sept mi-



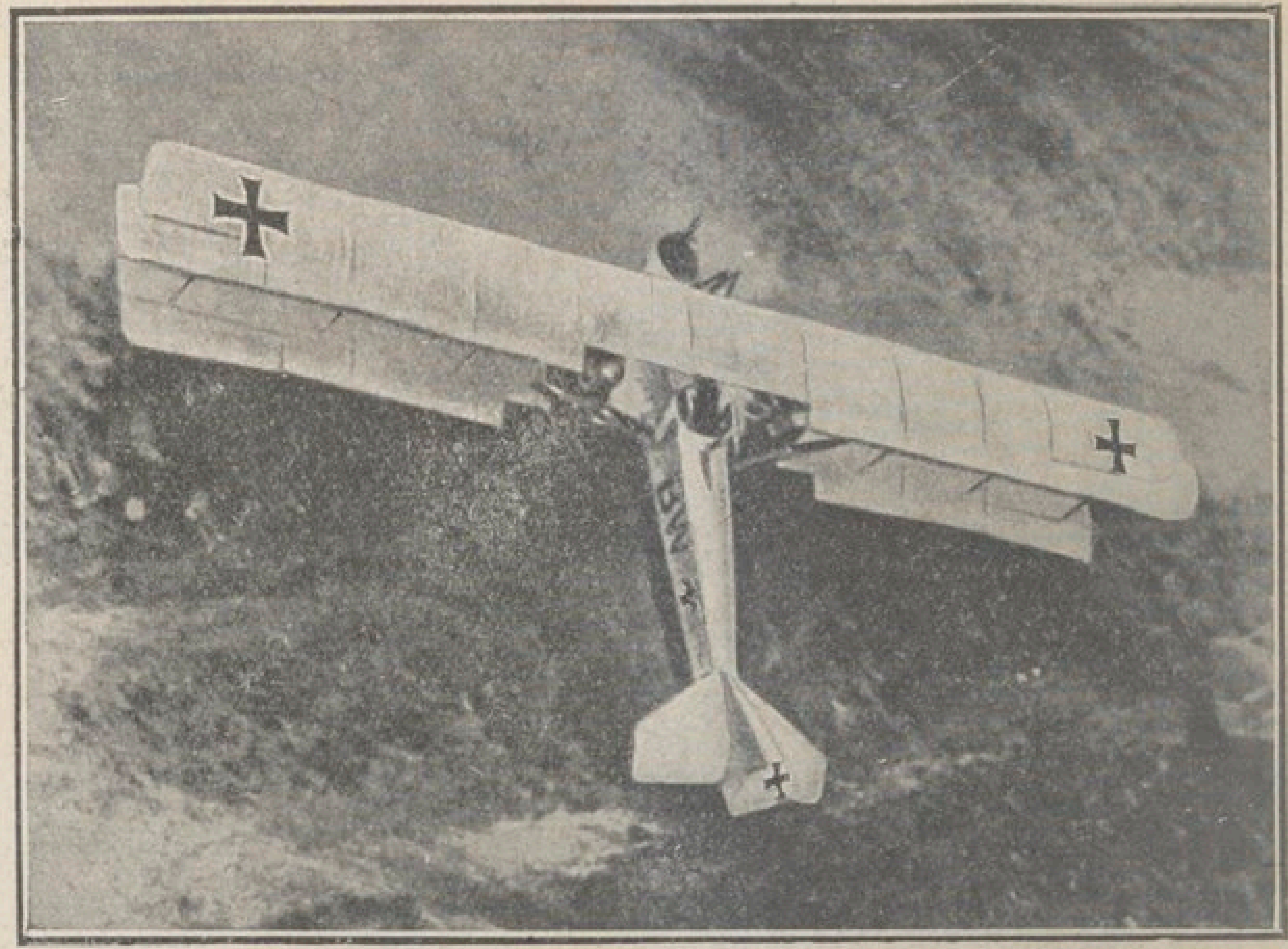
ESCADRILLE DE GOTHAS PRÊTE A PRENDRE LE DÉPART

*Les Gothas sont employés pour les bombardements à grande distance. Ce sont des appareils redoutables, mais les Alliés possèdent des avions tout aussi remarquables et efficaces, sinon plus.*

nutes. Il est muni d'un moteur Le Rhône, de 140 chevaux, ou d'un Siemens-Schukert, de 160. Il est remarquable par sa vitesse et surtout sa maniabilité.

Le meilleur avion de reconnaissance est le Rumpler, à moteur Mercédès de 260 chevaux. Il monte à 6.000 mètres en une heure et dépasse 150 kilomètres à l'heure.

Un avion type Junker a été créé pour la liaison d'infanterie. Entièrement en métal, il est muni d'un Benz de 200 chevaux. Il vole à 130 ou 140 kilomètres à l'heure et monte lentement. Son plafond oscille entre 3.000 et 3.500 mètres, qu'il atteint en une heure.



UN GOTHA PRIS EN ANGLETERRE

*Les Gothas ont un équipage de trois hommes: un mitrailleur-observateur à l'avant, un mitrailleur à l'arrière et, entre les deux, le pilote (Voir la photographie de l'appareil, page 400).*

*Tableau des avions fabriqués par les grands constructeurs allemands :*

USINES GOTHA :
1° Biplans triplaces, 2 moteurs.
2° Biplans triplaces, 2 moteurs.
3° Biplans à 3 moteurs.
4° Biplans à 6 moteurs.

FOKKER :
A. E. G. de reconnaissance.
Triplans Fokker.

ALBATROS :
Biplans de chasse.

L. F. G. :
Biplans Albatros biplaces.

RUMPLER ;
Avions de reconnaissance.
*Gross Flugzeug* de bombardement.

A. F. G. :
*Gross Flugzeug* bi-moteurs.

L. V. G. :
Rumpler de reconnaissance.

HALBERSTADT :
Biplans de chasse.

D. F. W. :
Avions de reconnaissance.

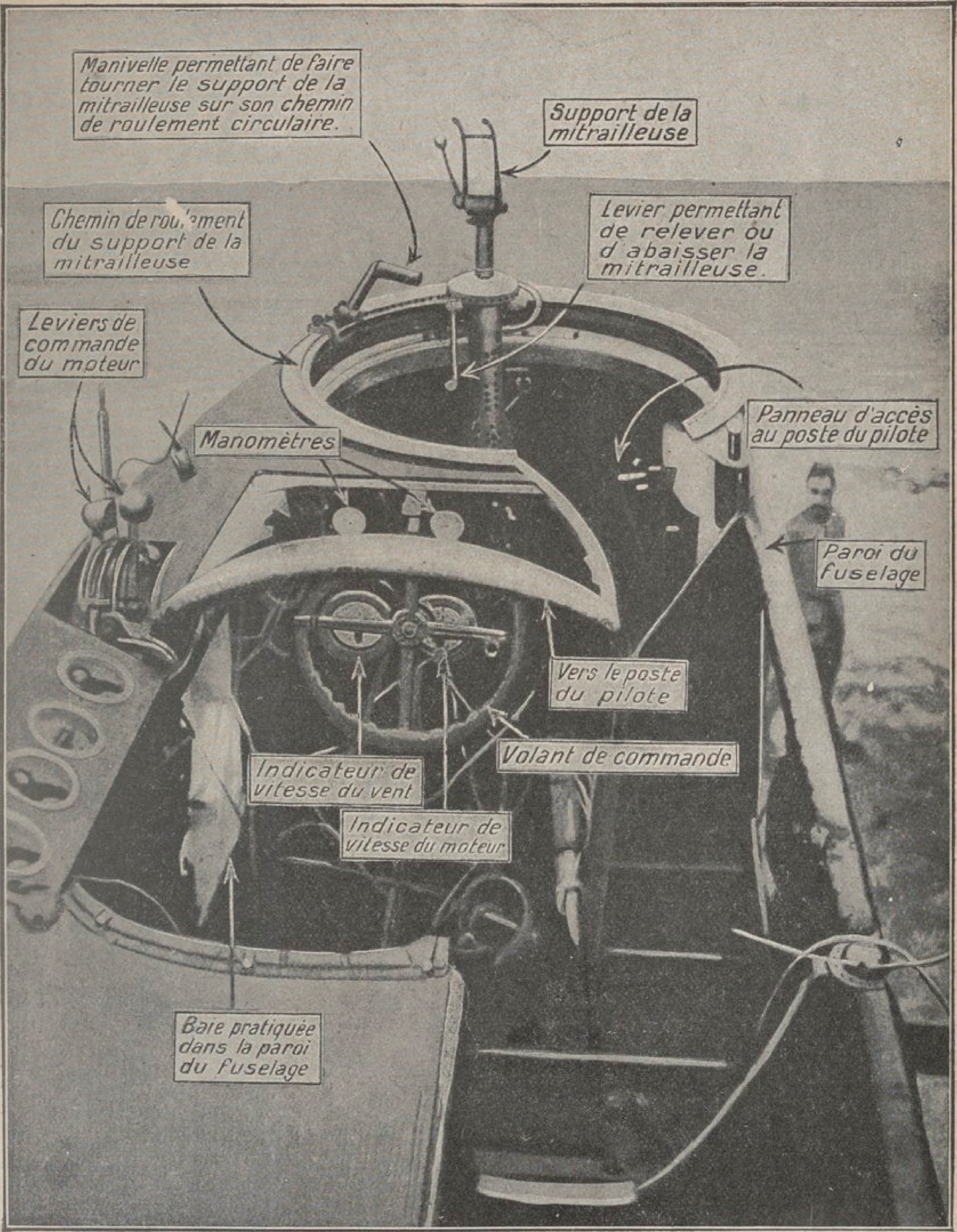
BRANDENBURGER :
1° Hydros à flotteurs.
2° Hydros pour l'Autriche.
3° Avions de chasse.

M. F. W. :
Albatros de chasse.

En ce qui concerne les réceptions, les épreuves sont extrêmement sévères. Le général von Hoeppner indique le type à créer et le but à atteindre. Les constructeurs ont toute facilité pour réaliser le programme. Lorsqu'ils ont établi l'avion demandé, une commission militaire soumet celui-ci à des examens de stabilité et d'endurance. Si l'épreuve n'est pas satisfaisante, le type présenté est rejeté sans rémission et l'usine peut être pénalisée. Il en est de même si une malfaçon grave est découverte ultérieurement alors que l'appareil est en service.

Pour les moteurs, la commission choisit un engin dans la série prête à sortir et le fait mettre en marche selon un barème prévu. A la fin de l'expérience, le moteur doit pouvoir encore servir. Le Mercédès 160 chevaux doit marcher près de soixante-dix heures consécutives. Si l'épreuve n'est pas parfaitement concluante, la série entière est réformée.

Nous terminerons cette étude par quelques renseignements sur l'armement. Tous les avions sont armés de mitrailleuses. Les triplaces emportent, en outre, des fusils-mitrailleurs Mauser. Les mitrail-




DISPOSITION DES APPAREILS ET DES ENGINS A L'AVANT DE LA CARLINGUE D'UN GOTHA

leuses les plus employées sont du type Parabellum ou du modèle Spandau (la Maxim d'infanterie où le manchon à eau est remplacé par un refroidisseur à air).

On emporte de 600 à 1.000 cartouches par mitrailleuse. Il y a quatre catégories de projectiles : 1° les balles perforantes à noyau d'acier très dur ; 2° les balles éclairantes, qui explosent au bout de 2 ou 300 mètres en formant un nuage blanc ; 3° les balles lumineuses ou traceuses, intercalées dans les bandes ; elles permettent de suivre la trajectoire entre 2 et 400 mètres et de rectifier ainsi le tir ;

4° les balles incendiaires, qui doivent être employées contre les drachens seulement, mais le sont beaucoup aussi contre les avions.

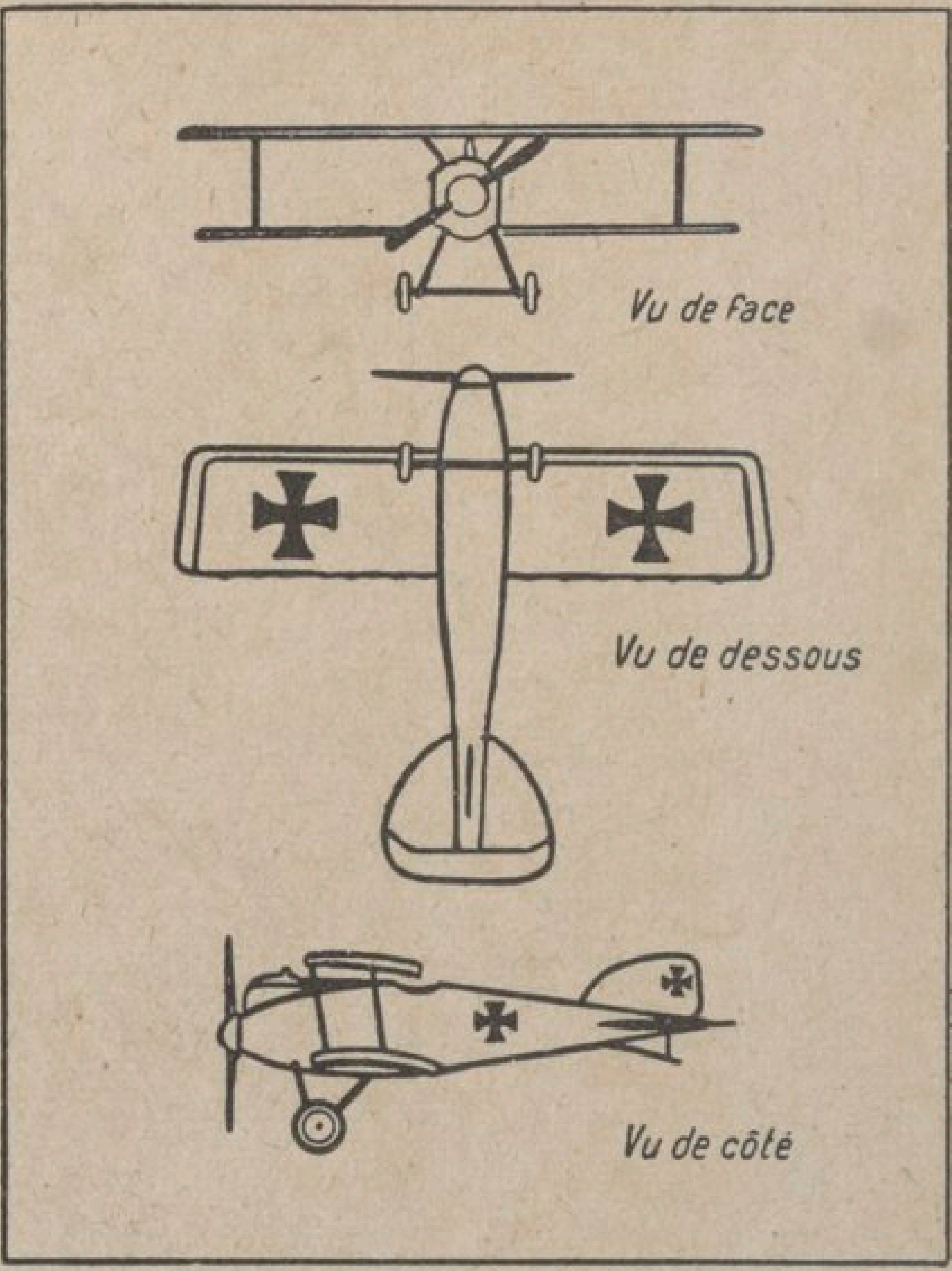
Quant aux bombes lancées par les aviateurs ennemis, elles sont exactement de trois sortes:

1° Piriformes : de 11 kg. 300, de 55 kilos, de 92 kilos, avec explosion retardée. La charge d'explosif est respectivement de 1 kg. 300, 20 kilos, 46 kilos environ.

2° Sphériques : bombes de 59 kilos (charge d'explosif de 36 kilos) ;

3° Incendiaires.

Pour montrer enfin les précautions prises par l'ennemi pour empêcher leurs avions de tomber intacts entre nos mains, certains sont munis d'un dispositif spécial. C'est une boîte en bois de 20 centimètres de long sur 13 de large et 10 de profondeur. Elle est placée dans la carlingue. Sur le fond est vissée une autre boîte contenant un explosif. Il suffit de tirer sur une poignée, et l'explosion se produit au bout de 20 secondes, anéantissant l'appareil.




CARACTÉRISTIQUES DE L'ALBATROS D-I

*Biplan monoplace de chasse à gros fuselage à section arrondie, d'où le nom de « wallfisch » (baleine) donné à certains appareils de ce type.*

### La tactique de nos ennemis.

Le commandement allemand ne s'est pas occupé que du matériel, il a aussi fourni un effort réel au sujet de la tactique à adopter. Il a bien compris l'utilité de conquérir la suprématie aérienne. Il tente d'obtenir ce résultat. A nous de l'en empêcher. Mais il ne faut pas que nous nous imaginions que ce soit là chose facile. Il est essentiel de lutter sans cesse et vigoureusement avec tout notre génie et toute notre organisation.

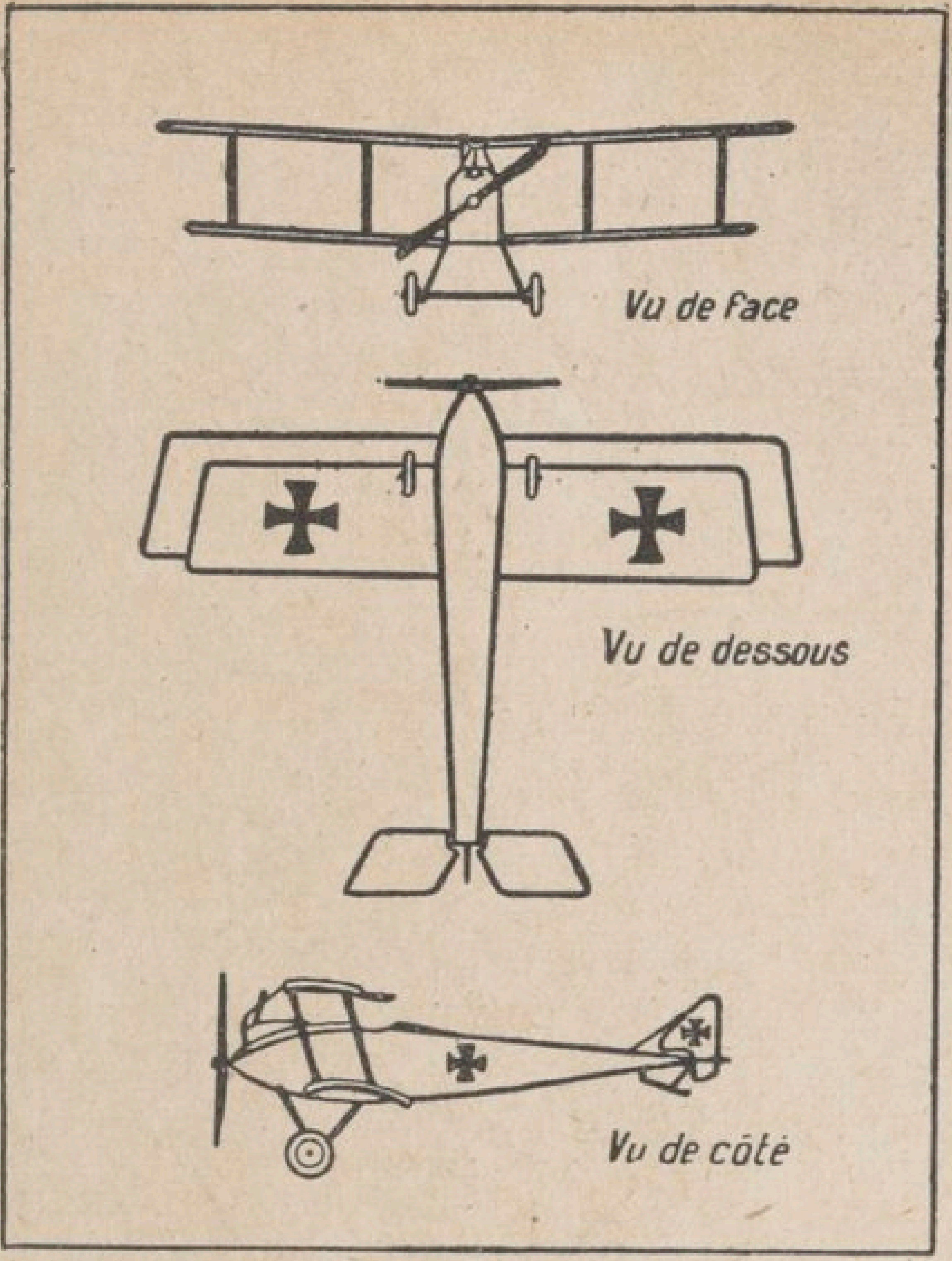
Dans l'offensive comme dans la défen-

VUE LATÉRALE D'UN « WALLFISCH », TRÈS EMPLOYÉ AU DÉBUT DE 1917

*Cet appareil, qui n'est pas très sûr, est un peu délaissé aujourd'hui. Il est muni d'un moteur Mercédès fixe de 170 chevaux et armé de deux mitrailleuses tirant à travers l'hélice.*

sive, l'ennemi opère avec méthode.

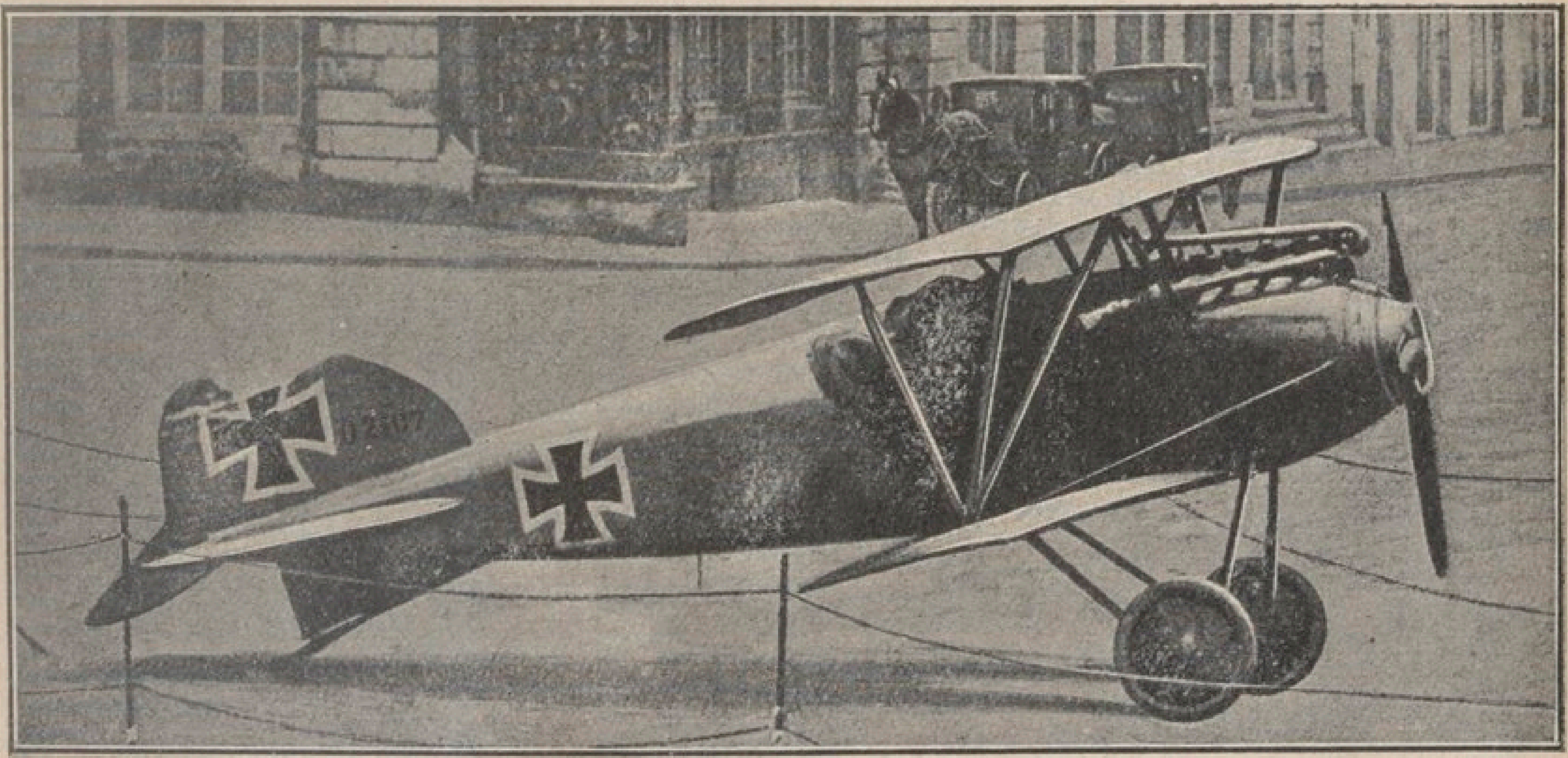
Côté bombardement. Pendant longtemps, les expéditions furent surtout individuelles. Les vols de nuit étaient, pour ainsi dire, inconnus. La bataille de la Somme fut le signal qui déclencha tout le mouvement. A partir de cet instant, les vols en groupes diurnes, et nocturnes, commencèrent à être effectués. Les constructeurs travaillèrent, les dirigeants surent choisir, les pilotes obéirent : le résultat fut acquis. Pourquoi ne prenons-nous pas exemple sur cet esprit de discipline ? Nous possédons des moyens à tous points de vue très supérieurs, mais nous ne savons pas les utiliser pour obtenir d'eux le maximum de rendement.




CARACTÉRISTIQUES DE L'HALBERSTADT

*Biplan monoplace de chasse armé de deux mitrailleuses tirant à travers l'hélice et commandées par le vilebrequin. Envergure des ailes supérieures : 8 m. 70, des ailes inférieures: 7 m. 85; surface totale : 24 m. 950; longueur : 7 m. 30.*

C'est le haut commandement qui indique les objectifs: gares, nœuds de voies ferrées, terrains d'aviation, dépôts de munitions, parcs de ravitaillement, les grandes villes (comme représailles et pour essayer d'influencer le civil). L'opération, nocturne de préférence, est effectuée par une escadre entière sous la conduite du *commandant d'escadre*. Des délégués du grand quartier général même s'offrent comme observateurs. L'itinéraire a été soigneusement étudié. Des lumières rouges sillonnent le chemin du retour. Les départs se font par groupes, de vingt en vingt minutes, par exemple. Les avions reviennent atterrir dans une zone marquée par un feu rouge et limitée

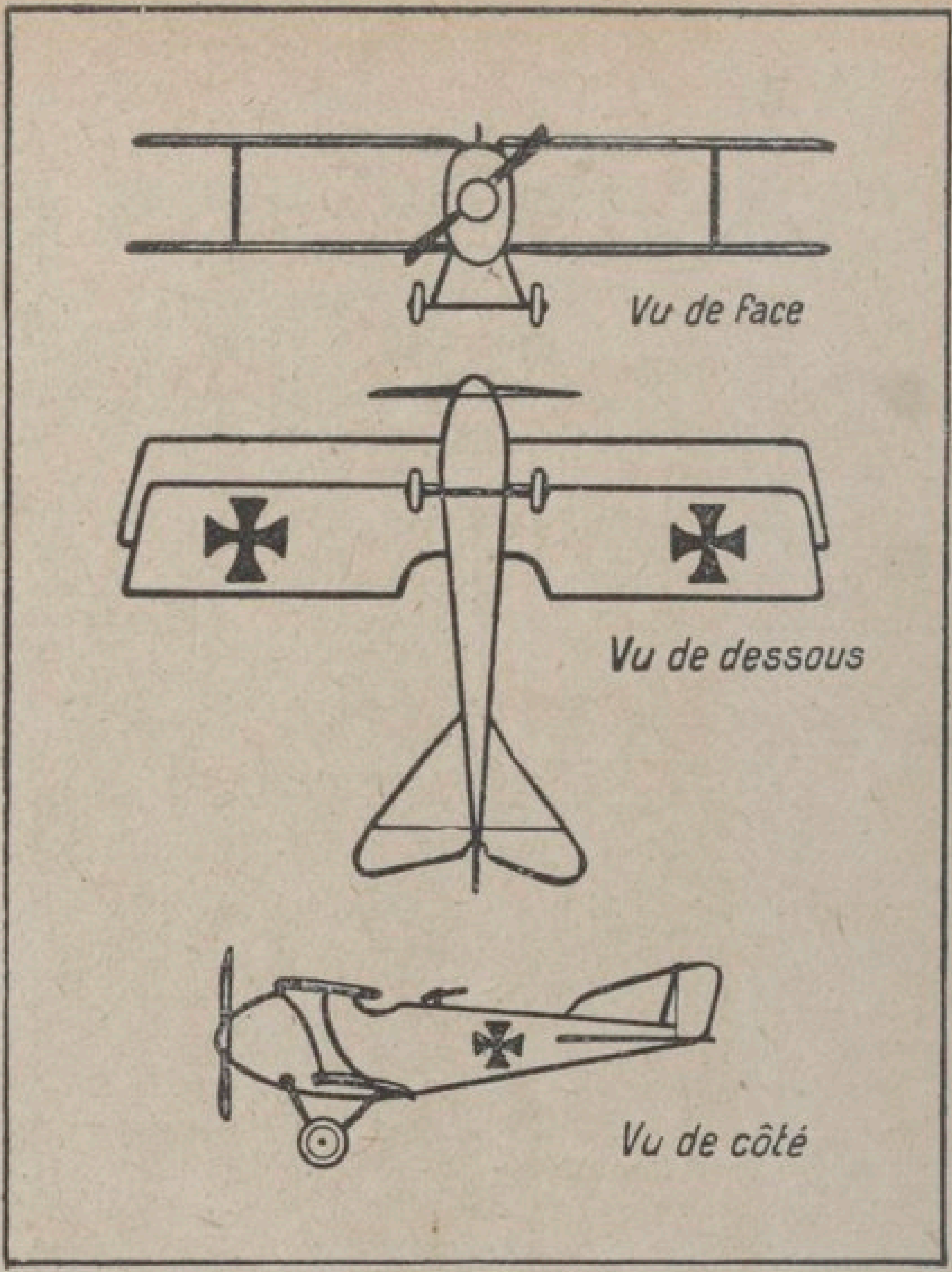


HALBERSTADT DE 160 CHEVAUX CAPTURÉ DANS LA RÉGION DE RAMBERVILLERS

*Cet avion est une copie du Nieuport anglais, avec cette différence qu'il a deux paires de mâts, que son gouvernail est plus haut et plus pointu et que ses ailes supérieures sont en V.*

de chaque côté par des feux blancs. Avant de descendre, ils jettent des fusées pour se faire reconnaître. La couleur est donnée par un code convenu et la terre répond par une fusée analogue. Enfin, pour être sûrs de l'efficacité d'une expédition, les appareils du groupe de tête, confiés aux « as », lancent des bombes incendiaires afin d'allumer des foyers qui, la nuit, servent de points de repère

Le jour — ces bombardements sont plus rares — les escadres volent en formation de combat, prêtes au choc aérien de l'adversaire, précédées de l'avion-amiral où a pris place le commandant du groupe dont l'appareil est muni de deux flammes. Au retour, des escadrilles de chasse attendent les bombardiers et les protègent contre les ennemis qui peuvent les poursuivre.



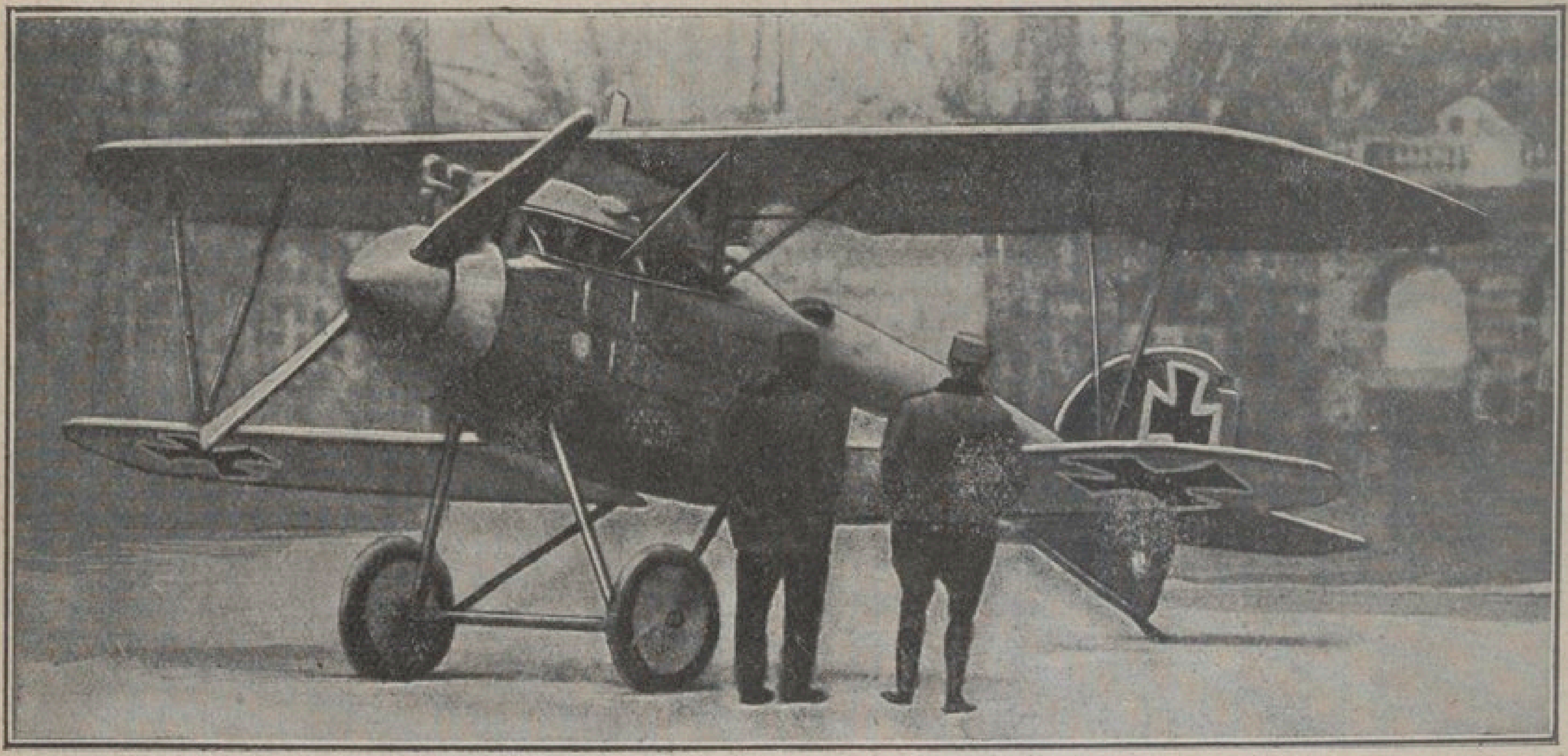

CARACTÉRISTIQUES DU ROLAND C.

*Cet avion est un biplan biplace à tous usages. Il n'a, de chaque côté du fuselage, qu'un seul mât court et très large. Il possède un lance-bombes avec une mâchoire de déclenchement pour quatre bombes couchées en long, l'une au-dessus de l'autre.*

Un fait est certain, c'est que l'Allemand redoute par-dessus tout nos raids de représailles. Le seul moyen de l'empêcher de continuer ses attaques meurtrières contre d'innocentes victimes est de riposter, en décuplant les moyens d'action, chaque fois qu'il vient nous bombarder.

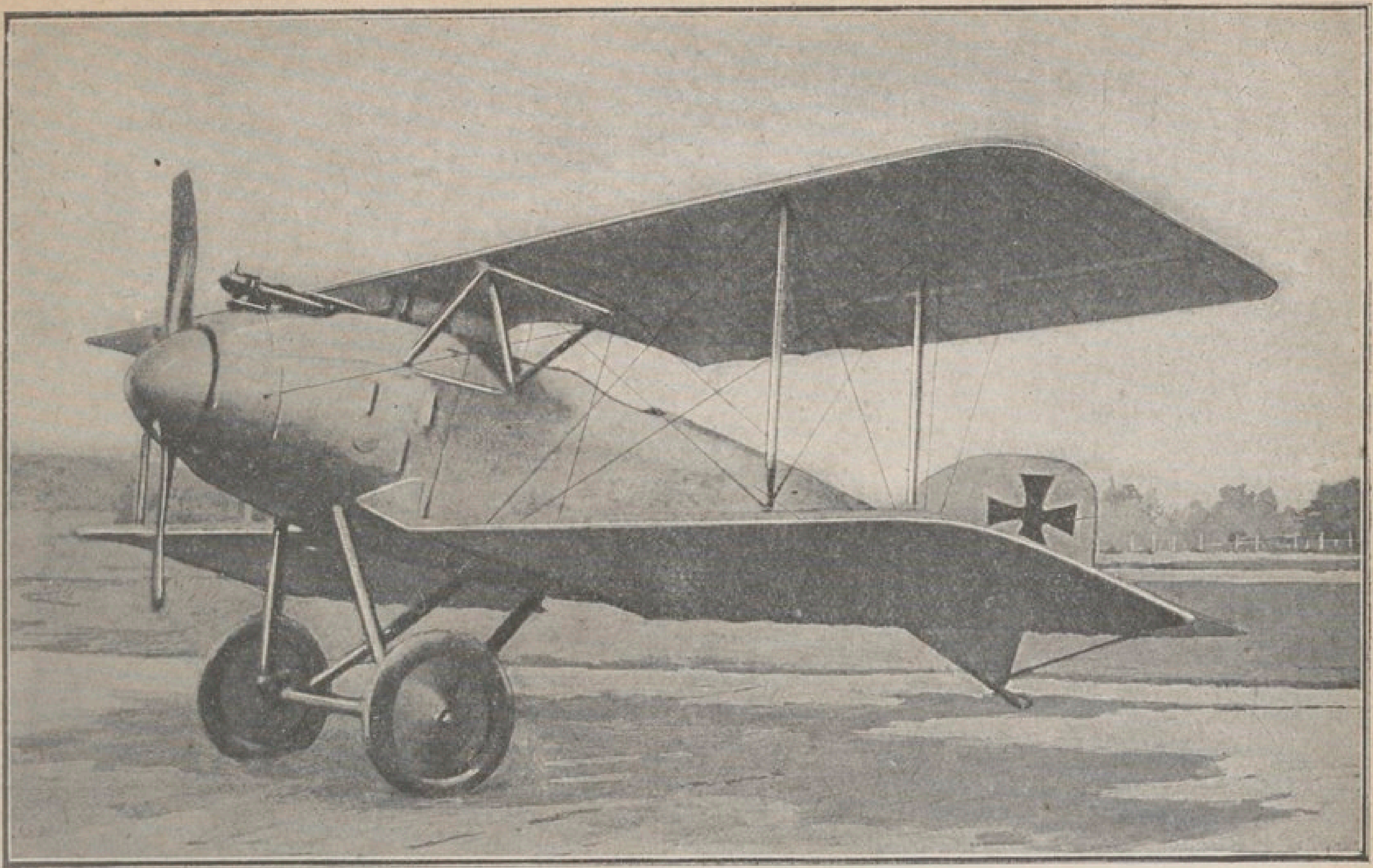
Pour la chasse, les monoplaces volent en général par *Ketten* (groupes) de cinq, surtout quand ils viennent au-dessus de notre territoire. Seuls les grands as ont le droit d'opérer isolément, mais ils ne prisent pas énormément cette mission dangereuse.

L'armement de tout avion, qu'il soit à une, deux ou trois places, est extrêmement redoutable et permet d'entrer en



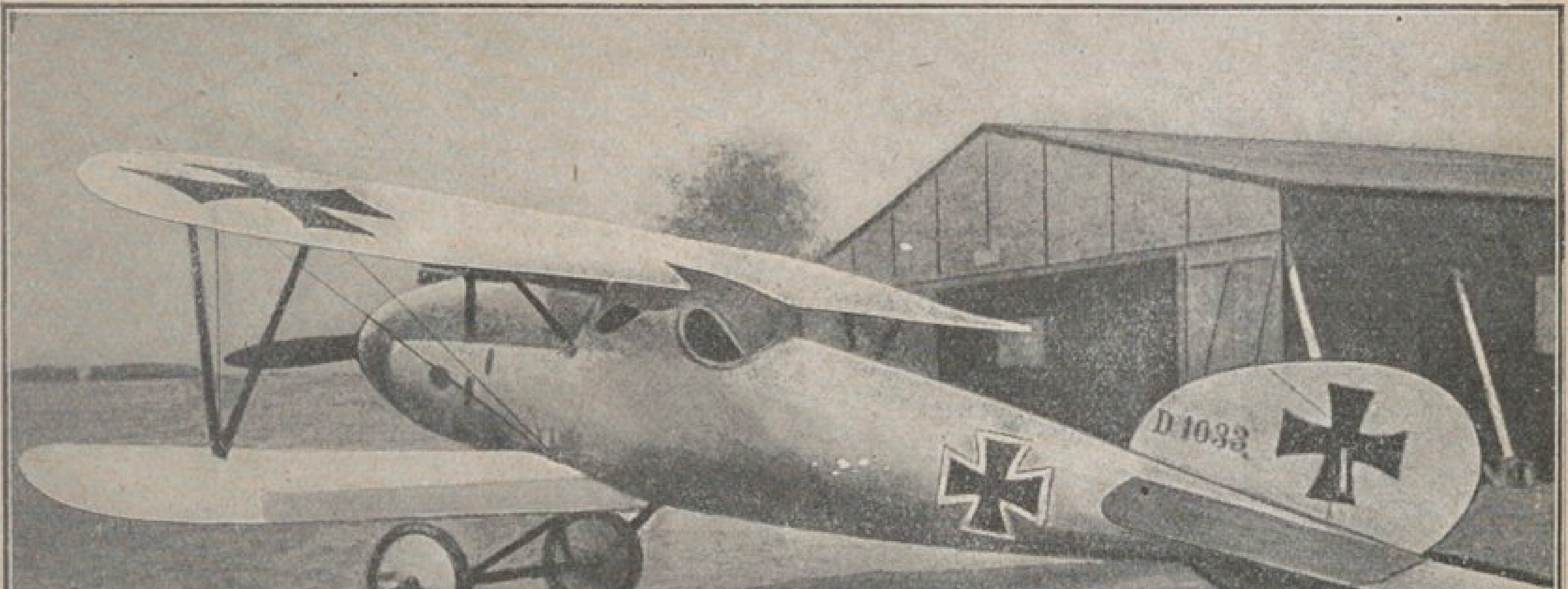
ROLAND DE CHASSE, CAPTURÉ DANS L'EST, VU DE TROIS QUARTS

*Le Roland est monocoque, de coupe arrondie avec cône profilé à l'avant ; les ailes supérieures sont fixées sur une sorte de quille renversée. Il est armé de deux mitrailleuses fixes.*



L'ALBATROS D-II, REDOUTABLE BIPLAN MONOPLACE DE CHASSE

*C'est l'avion de combat par excellence. Il est muni d'un moteur Mereédès fixe de 170 chevaux et armé de deux mitrailleuses fixes du type Spandau tirant à travers l'hélice.*



L'ALBATROS DE CHASSE D-III, TYPE 1917, COPIÉ SUR NOTRE NIEUPORT

*Le poids de cet appareil, l'un des plus remarquables de la flotte aérienne ennemie, est de 675 kilos à vide ; sa charge utile, en sus des réservoirs pleins, est de 135 kilos.*

lutte toujours et avec chance de succès.

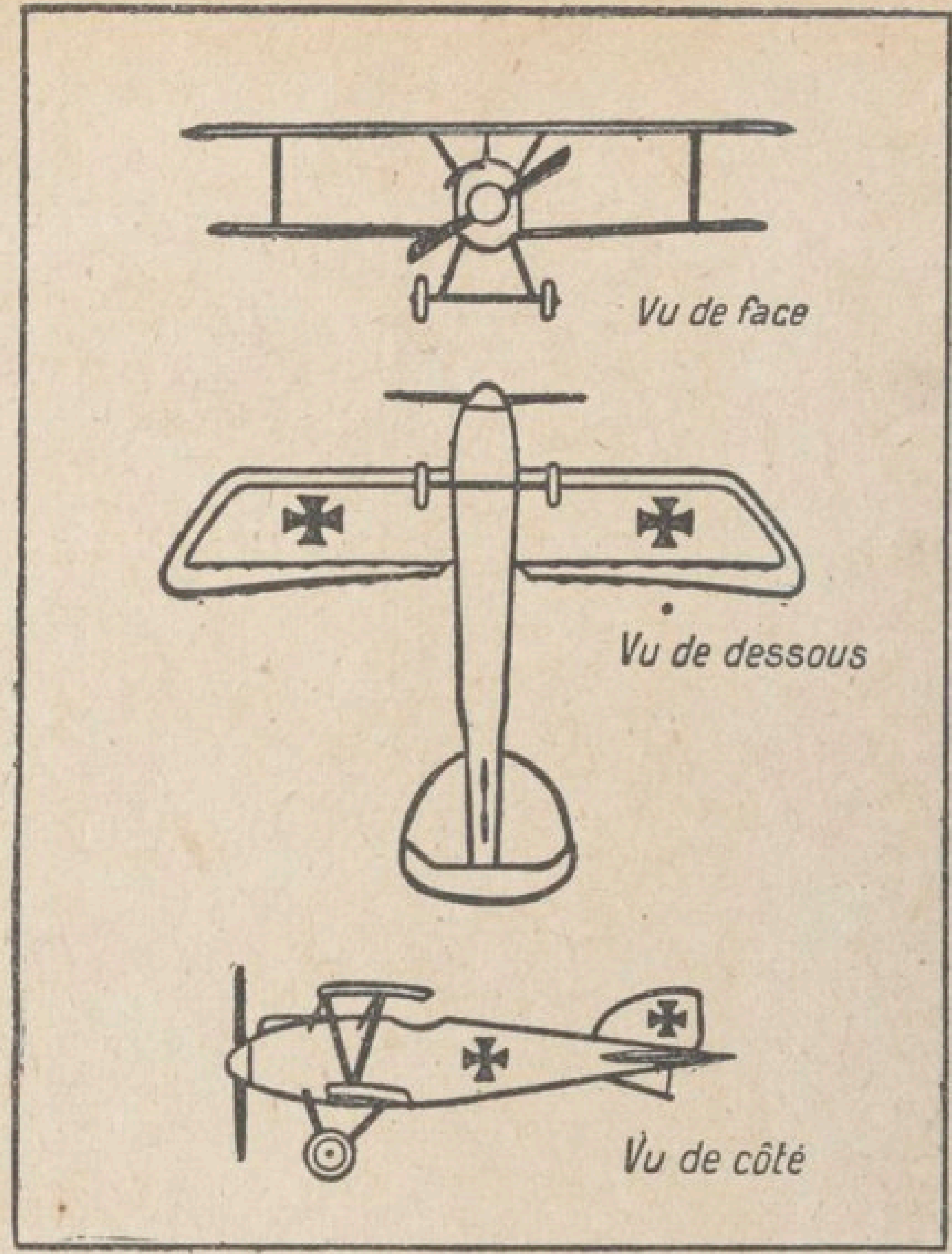
L'Allemand n'accepte le combat que lorsqu'il en a reçu l'ordre ou quand cela est nécessaire pour l'accomplissement de son travail. Le lieutenant Baldamus, « as » aux dix-huit victoires, tué l'année dernière, sur notre front, se plaisait à dire:

« Nous ne nous sentons pas attirés par les duels aériens, à moins que ce ne soit notre mission. Chez nous, un avion doit retourner à son port d'attache sans avoir combattu, sauf s'il a été envoyé au

combat. Rentrer sans avoir livré bataille et après avoir rempli sa mission, tel est notre devoir principal. »

Lorsqu'en avril 1917, nos adversaires s'attendaient à un gros effort de notre part sur l'Aisne, le quartier général de la VIIe armée lança l'ordre de service suivant :

« 1° Aussitôt qu'une grande quantité d'avions français sera signalée, toutes les formations aériennes seront alertées, les appareils rejoindront sans délai leur aérodrome en évitant tout combat inégal et les ballons seront abaissés à une faible hauteur ou même complètement descendus. La défense contre les aéronefs entrera immédiatement en action.

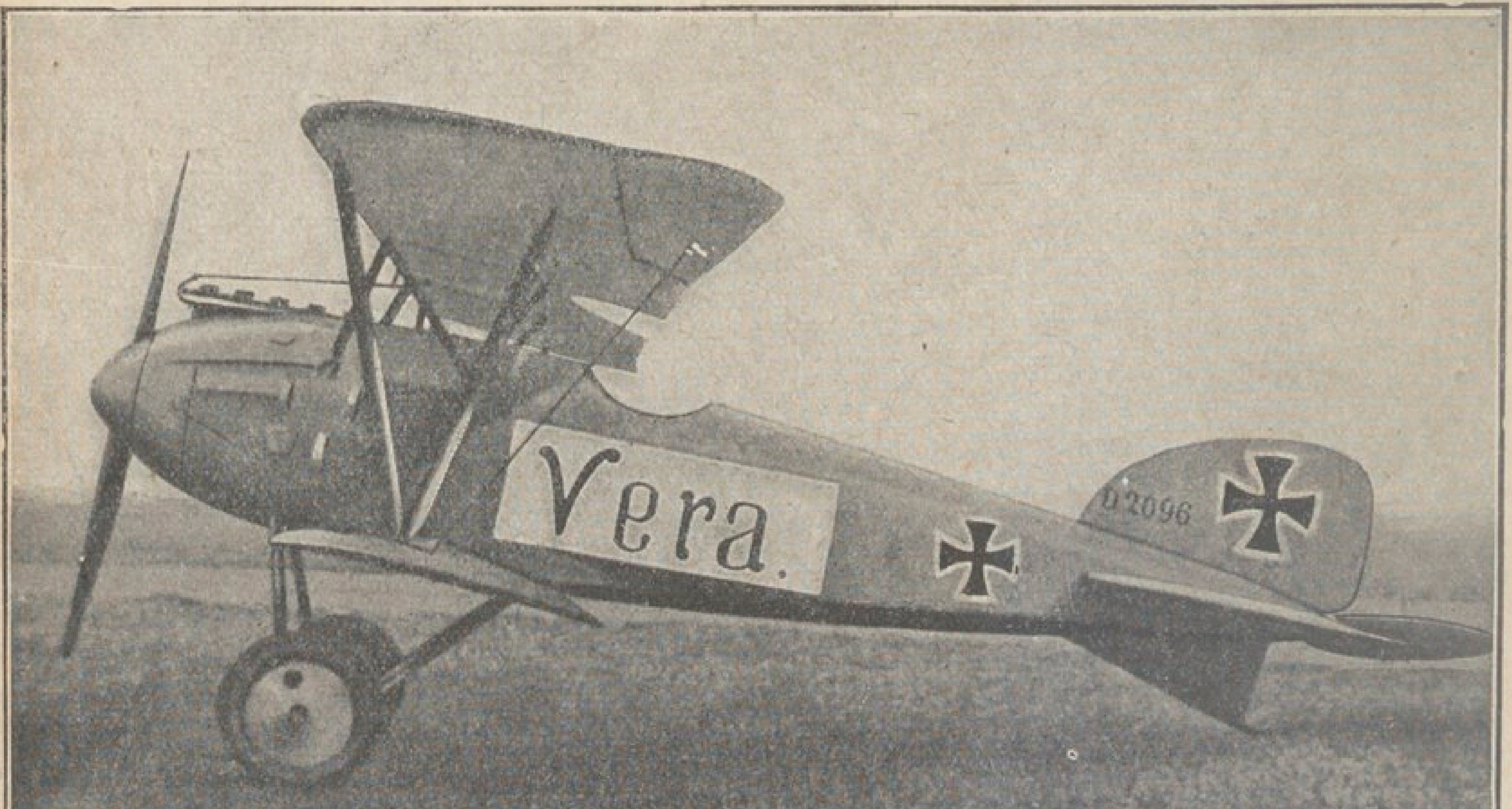



CARACTÉRISTIQUES DE L'ALBATROS D-III

*Envergure des ailes supérieures: 9 m. 03, des ailes inférieures: 8 m. 75 ; surface totale: 8 mètres carrés ; hauteur: 2 m. 85.*

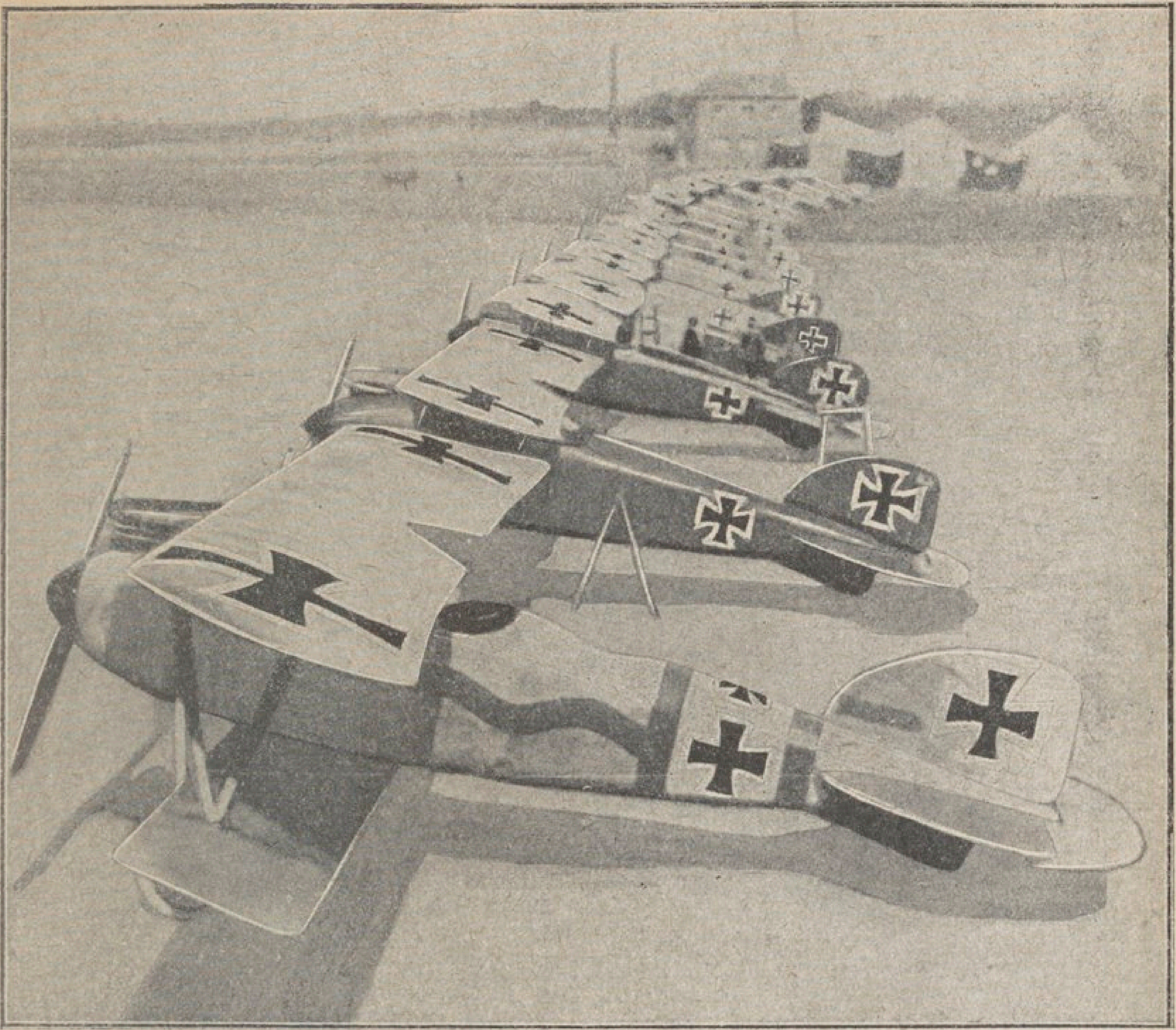
« 2° Le commandant de l'armée donnera l'ordre d'attaquer et fixera l'heure de départ. A ce moment, tous les disponibles (à part six par groupe qui pourront servir de réserve) se rassembleront aussi bas que possible en deux grandes masses au-dessus de régions déterminées d'avance. Les escadrilles de chasse doivent survoler les autres appareils. Les deux masses se portent ensuite à l'attaque en prenant de la hauteur. L'ennemi doit être atteint au-dessus du front allemand, attaqué avec la dernière énergie et poursuivi sans interruption, jusqu'à la zone de feu des batteries antiaériennes adverses. »

Les drachens sont une proie soigneu-




ALBATROS D-III CAPTURÉ INTACT SUR LE FRONT DE CHAMPAGNE

*Cette photographie permet de mieux juger de la ressemblance de cet avion ennemi avec notre Nieuport.*



LE « CIRQUE RICHTHOFEN » AU DÉPART POUR UNE EXPÉDITION AÉRIENNE

*On sait que les Allemands appellent « cirques » leurs groupes de combat. Le groupe que nous reproduisons est celui du capitaine von Richthofen, connu sous le nom de l' « équipe tango ». Ces cirques se meuvent le long du front selon les besoins du commandement ; ce groupe est celui qui compte le plus d' « as ».*

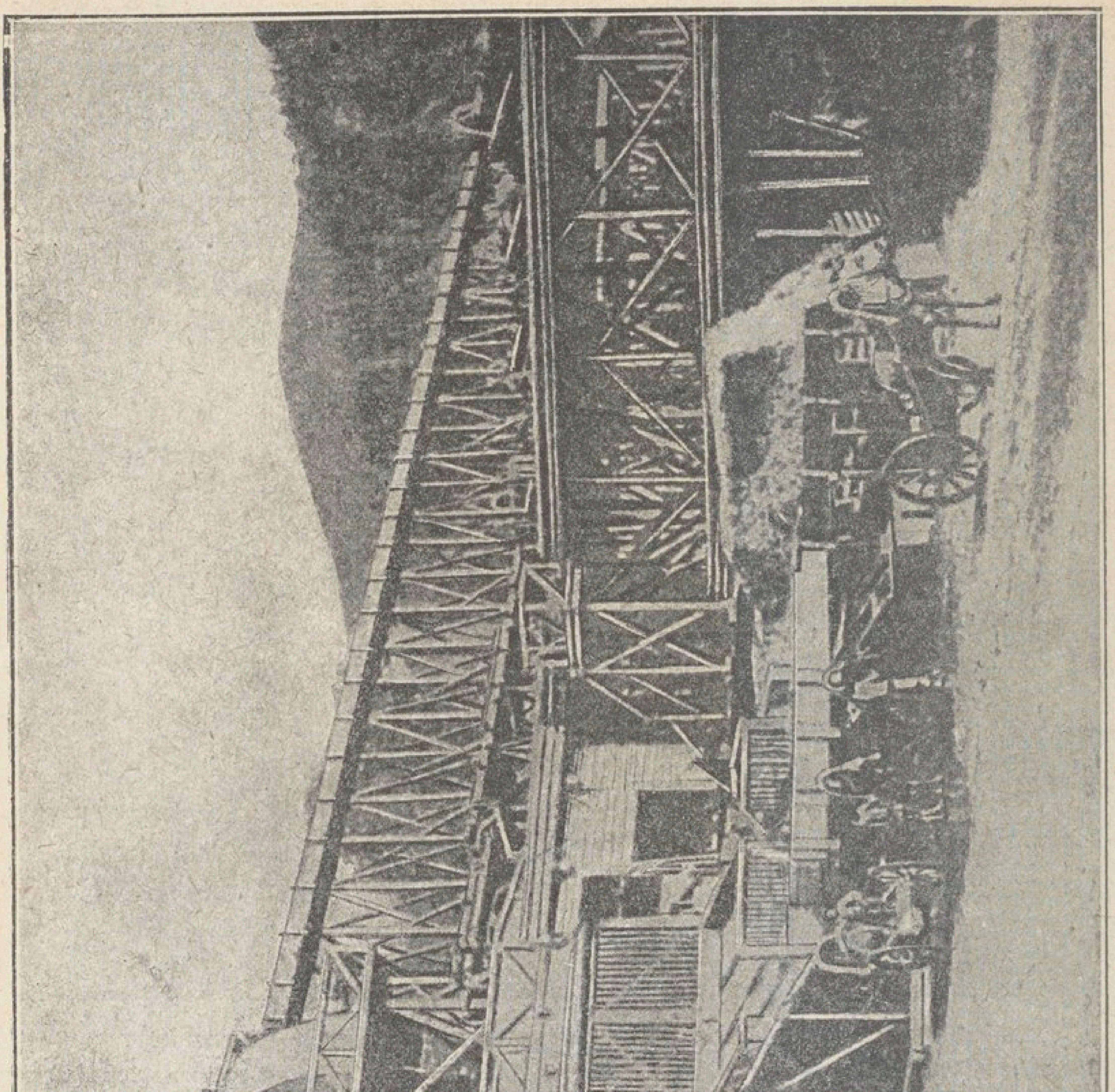
sement cherchée par l'Allemand et fréquemment attaquée. Le lieutenant Gontermann (tué fin 1917) était le plus remarquable chasseur de saucisses ennemi. Maintenant, le lieutenant Rouch semble se spécialiser dans ce travail. Le 25 janvier 1918, il en a abattu trois en cinq minutes. Les observateurs, sauf un, le maréchal des logis Faure, atterrirent sans incident. Les avions pilotés par nos adversaires pour cette mission sont des monoplaces opérant d'ordinaire isolément et par surprise et employant des *Phosphorgeschossen* comme projectiles.

Enfin, pour les reconnaissances, les avions, selon les cas, évoluent isolément ou protégés par des avions de chasse. La reconnaissance à long rayon d'action est presque toujours solitaire et se fait entre 5 et 6.000 mètres. Les observateurs prennent toujours des photographies, car ils se tiennent à une telle hauteur qu'on ne peut accorder qu'un crédit relatif à ce que « leurs yeux ont vu »... ou cru voir.

Ainsi qu'on peut s'en rendre compte par tous les renseignements que nous avons publiés dans cette étude, ce qui permet à l'ennemi de lutter au point de vue aérien consiste dans sa méthode, son organisation et sa faculté de prévoir le danger avant de le subir. Ne pas s'exposer inutilement et n'attaquer qu'avec la certitude de la victoire, tel est le système.

Imitons-le ! Avec nos moyens matériels, avec notre admirable personnel, un peu de cohésion suffira à abattre l'adversaire sans lui laisser la faculté de faire croire même à l'ombre d'une résistance. Mais il faut vouloir... et vite !

JACQUES MORTANE.



INSTALLATION POUR LE LAVAGE DES SABLES AURIFÈRES DANS L'ARRONDISSEMENT D'ALTAÏ (GOUVERNEMENT DE TOMSK)

# LES RICHESSES MINÉRALES DE LA RUSSIE

**Par Stanislas MEUNIER**

PROFESSEUR AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

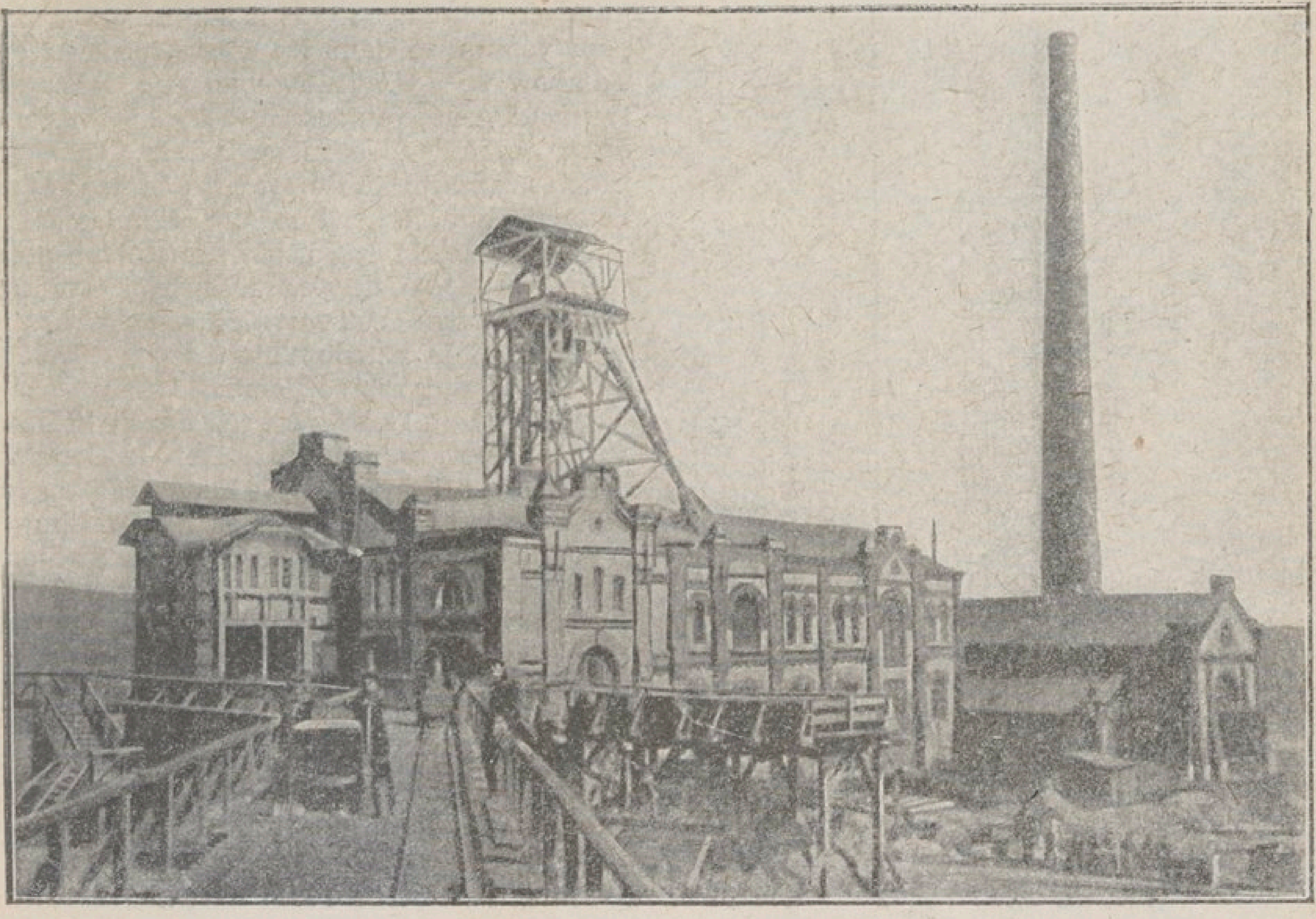
La Russie est dans un affreux chaos ; mais le désordre est contraire aux lois de la Nature et ne saurait durer ; nous semblons menacés d'un désastre financier par la banqueroute révolutionnaire : c'est le moment de rechercher quel recours nous pourrons avoir, nos armes étant victorieuses, contre la défaillance de notre ancienne alliée.

Or, elle possède une incomparable réserve de richesses minérales, dont la plus grande partie n'a pas été mise en valeur. Nous ne laisserons pas l'Allemand en disposer, et les puissances de l'Entente, nous l'espérons bien, exerceront sur ces trésors un contrôle, une tutelle, comme fait un conseil de famille à l'égard d'un dissipateur ou bien d'un aliéné.

C'est en conséquence de ces remarques que nous avons pensé à mettre sous les yeux de nos lecteurs les principaux des produits miniers de la Russie : la houille, le pétrole, le fer, l'or, le cuivre, le platine, les pierres précieuses, les phosphates, la terre noire.

### La Houille

On compte, avant tout, trois bassins houillers en Russie : celui de Moscou, celui du Donetz, celui de l'Oural. Mais, progressivement, des notions se multiplient à l'égard des gisements disséminés en Sibérie, depuis les steppes des Kirghiz jusqu'en Transbaïkalie, dans les gouvernements d'Ienisséisk, de l'Amour, même dans l'île de Sakhaline. Les



VUE GÉNÉRALE DU PUITS DE LA SOCIÉTÉ DE BRIANSK, DANS LE BASSIN DU DONETZ

ASPECT GÉNÉRAL, AVEC COUPES PARTIELLES, DES MONTAGNES DE SOK-VALLÉE, VUES DE LA VOLGA

*Ces montagnes sont constituées par des assises carbonifères parmi lesquelles dominent des calcaires particulièrement riches en débris fossiles de coraux et de bryozoaires, de productus, de grands spiriques et d'innombrables fuselines qui constituent de leurs minuscules coquilles des couches tout entières. C'est un type de la constitution des terrains qui, dans la Russie centrale, contiennent les formations houillères, lesquelles font l'objet de nombreuses exploitations. Celles-ci étaient très prospères avant la guerre et plusieurs d'entre elles avaient été en partie créées avec des capitaux français.*

études approfondies et extrêmement savantes qu'on a consacrées aux localités depuis longtemps connues, serviront de guide dans celles récemment découvertes.

C'est Strangways qui, en 1821, paraît avoir reconnu le premier l'âge carbonifère du bassin de Moscou. Sa détermination, contredite par Fischer de Waldheim, a été pleinement confirmée par Eug. Robert en 1839.

Ce qui frappe avant tout dans ce bassin, et ce que j'ai pu apprécier moi-même au cours d'un voyage qui date déjà de loin, c'est la régularité des gisements, dont les couches ne paraissent pas avoir éprouvé, depuis leur dépôt, les réactions mécaniques et les influences chimiques (c'est-à-dire métamorphiques) qui sont l'apanage ordinaire des formations primaires. Les assises sont restées sensiblement horizontales ; les calcaires, au lieu de ressembler à nos marbres noirs et compacts classiques, sont plutôt analogues aux roches des environs de Paris.

Cependant, la composition du charbon de Moscou a été jugée supérieure de 10 à 15 % à celle des lignites dont on se sert habituellement, dans la région, comme combustible domestique et industriel et qui sont très inférieurs aux produits des mines de Kébao.

Le bassin houiller de Moscou repose directement sur le terrain dévonien ; les couches plongent lentement vers le sud et vers l'est, pour reparaître dans les gouvernements de Tambow et de Nijni-Novgorod ; elles se trouvent généralement à une faible profondeur, au milieu de roches tendres, parfois friables, apportant de grandes difficultés à l'exploitation, en raison des éboulements.

En somme, la région de Moscou ne présente, au point de vue industriel, qu'une valeur médiocre : sa contribution à la richesse houillère de la Russie n'atteint pas 300.000 tonnes, ce qui est réellement faible.

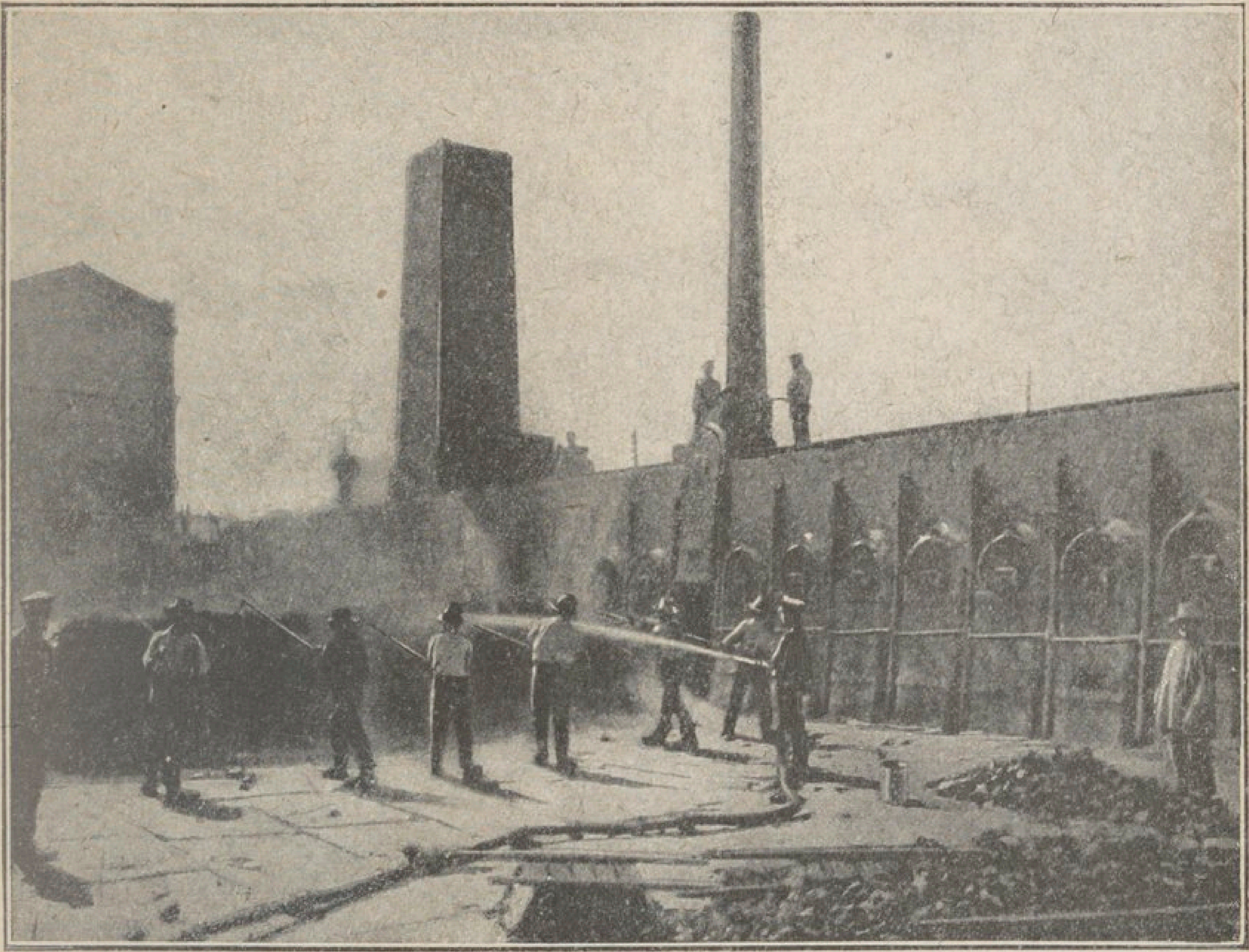
Le bassin du Donetz est situé entre le Don et le Dniéper, baigné par le Don, le Donetz, le Calmiouss, le Miouss et le Dniéper. Dans la partie sud du gouvernement de Karkhow, la partie ouest de celui des Cosaques du Don et la partie est de celui d'Ekaterinoslaw, il recouvre plus de deux millions d'hectares.

Les couches associées à la houille, grès, schistes et calcaires, sont contournées, plissées, métamorphisées à des degrés très divers, de sorte que, suivant les points, les qualités du charbon sont très différentes : depuis la houille à gaz jusqu'à l'anthracite. C'est vers le sud-est que sont les houilles sèches ; à mesure qu'on s'éloigne vers le nord-est, les couches se rapprochent de l'horizontalité et le charbon devient plus

gras. Vers Grodovka, le combustible prend les qualités du boghead, mais il renferme une proportion malencontreuse de soufre.

L'exploitation n'offre pas de grandes difficultés, grâce au petit nombre des failles et à l'absence de niveaux aquifères ainsi que de grisou, ennemi extrêmement redoutable.

Le bassin du Donetz est, de beaucoup, le plus important de toute la Russie d'Europe, dont la production totale était, il y a peu d'années, d'environ 17 millions de tonnes : le Donetz fournissant plus de 11 millions et employant d'un bout de l'année à l'autre un personnel de près de 85.000 ouvriers.



L'EXTINCTION DU COKE AU CHARBONNAGE DE BRIANSK (BASSIN DU DONETZ)

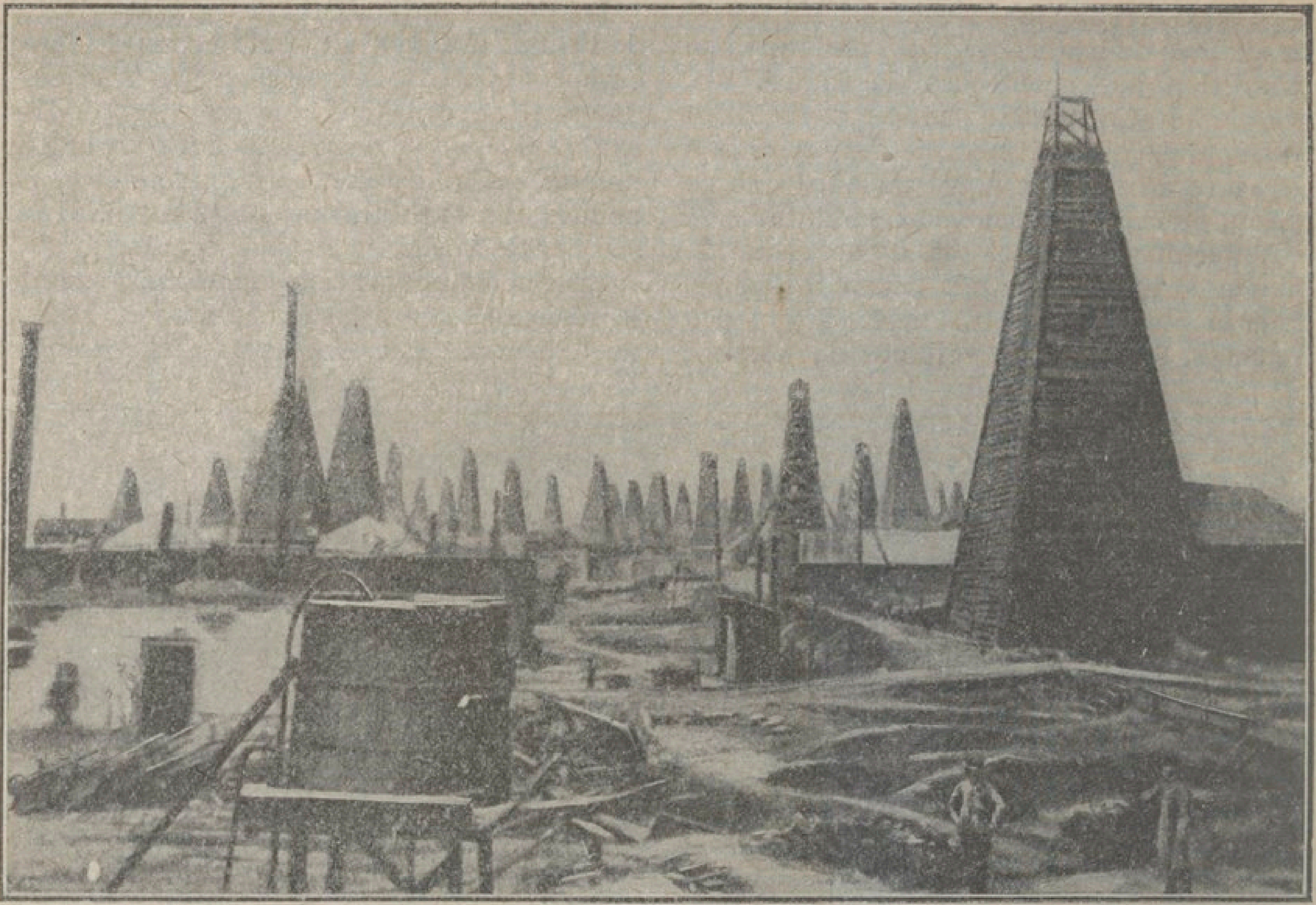
L'existence du bassin houiller de l'Oural, sur un développement de plus de 1.500 kilomètres, a été révélée par le monumental travail de Murchison, Verneuil et Kayserling sur la géologie de la Russie. Ses couches les plus anciennes sont anthraciteuses. Trouvées dans des roches dévoniennes de la mine de fer de Sikowsk, elles n'ont que peu d'importance. Mais le terrain houiller est beaucoup plus riche, avec ses gisements qui font une bande continue tout le long de la chaîne.

Les dépôts carbonifères du versant oriental de l'Oural diffèrent un peu de ceux du flanc européen. Cette fois, c'est la région inférieure du système qui renferme tous les dépôts exploitables, non pas réunis dans un bassin unique, mais distribués irrégulièrement en bandes discontinues, orientées du nord au sud et très variables à tous égards.

Citons comme spécialement intéressante la région de Souhologsk, près de la rivière de Pichma, gouvernement d'Ekaterinenbourg, où l'on a successivement découvert et exploité avec activité nombre de gisements, sans avoir encore épuisé la formation.

Suivant les points, on a affaire à des combustibles très inégalement doués de qualités calorifiques, très diversement riches en gaz, très différents les uns des autres par la valeur du coke que laisse leur distillation.

Si la houille de la Russie d'Europe et même de l'Oural semble peu de chose, comparée à ce genre de richesse minérale en Angleterre, — la plus grande productrice de houille de la terre entière et qui, en 1913, par exemple, a jeté 188.277.000 tonnes de houille

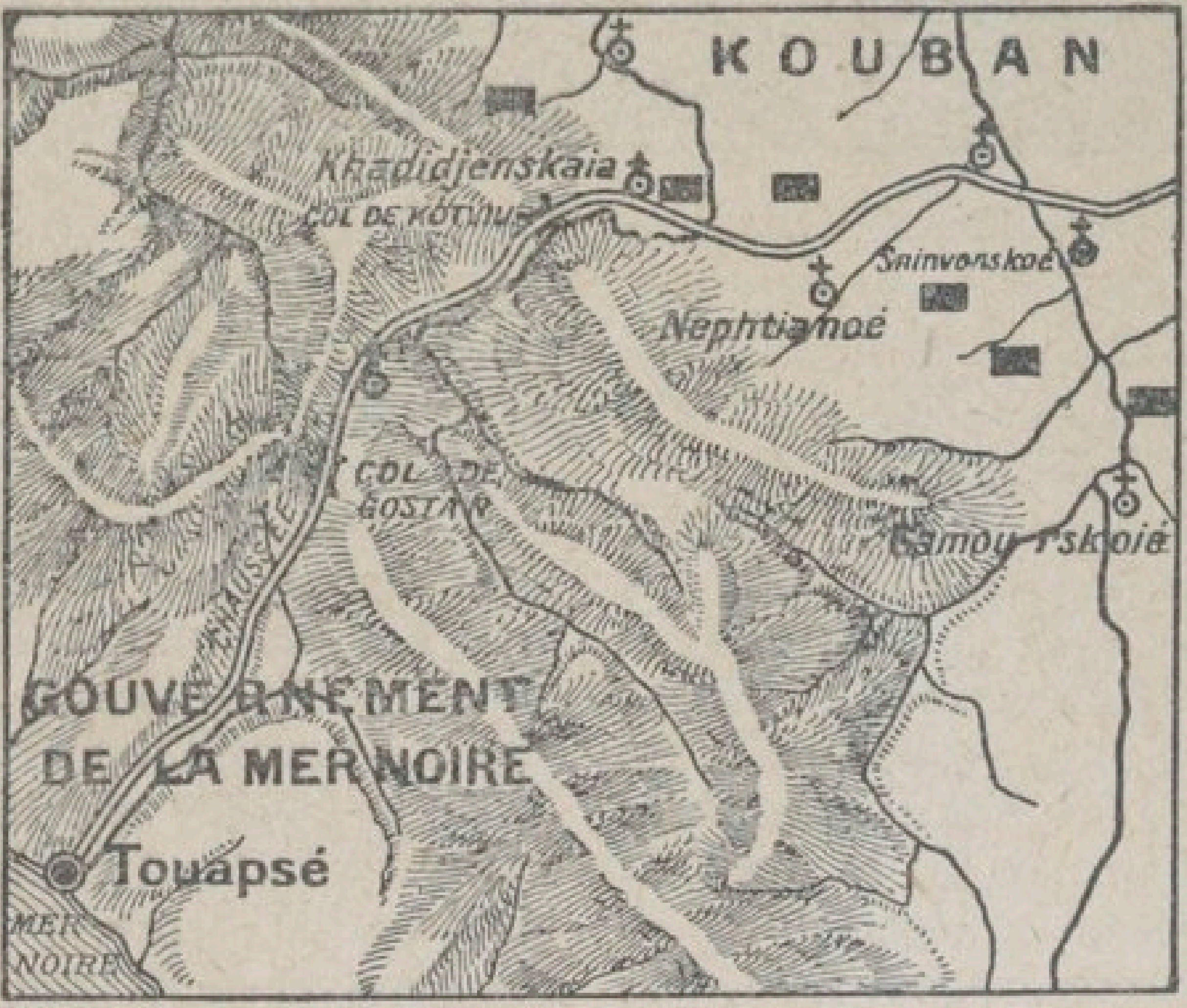


VUE D'ENSEMBLE DES PUITS DE PÉTROLE DE BALAKHANI, AUX ENVIRONS DE BAKOU

sur le marché, — la Sibérie, au contraire, a des réserves qui seront certainement, et pendant bien longtemps, exploitées avec avidité.

Dans le gouvernement de Tomsk s'étendent, sur une superficie de plus de 60.000 kilomètres carrés, des gisements qui n'ont, pour ainsi dire, pas encore été touchés.

La houille, dans la Transbaïkalie, avait été reconnue dès le XVIIIe siècle. Lorsque le chemin de fer transsibérien fut décrété, on chercha plus attentivement, et le long du lac Baïkal même, plus de vingt mines furent trouvées. Enfin, dans l'extrême nord de la Sibérie orientale, au Kamtchatka, il y a de la houille de bonne qualité. Tout le littoral du golfe de l'Amour et tout le littoral oriental du golfe d'Oussourie offrent un combustible qui, en grande partie, ressemble au Cardiff. On a évalué à 500 millions de pouds (1) les quantités que l'industrie pourrait tirer de ce qui a été reconnu, et qui n'est qu'une faible partie de ce qui reste à reconnaître. Enfin, les gisements houillers sont répandus à profusion dans toute l'île de Sakhaline. On a extrait annuellement jusqu'à un million de pouds d'une houille qui, paraît-il, ne le cède en rien à la meilleure du pays de Galles ; elle contient de 74 à 84 % de carbone, donne peu de cendres et l'on en peut tirer facilement jusqu'à 60 % de coke.




LA RÉGION PÉTROLIFÈRE DE TOUAPSÉ, SUR LE VERSANT NORD DU CAUCASE

### Le Pétrole

L'origine de cette « huile de pierre » est encore dans le domaine des suppositions. Ce qui est

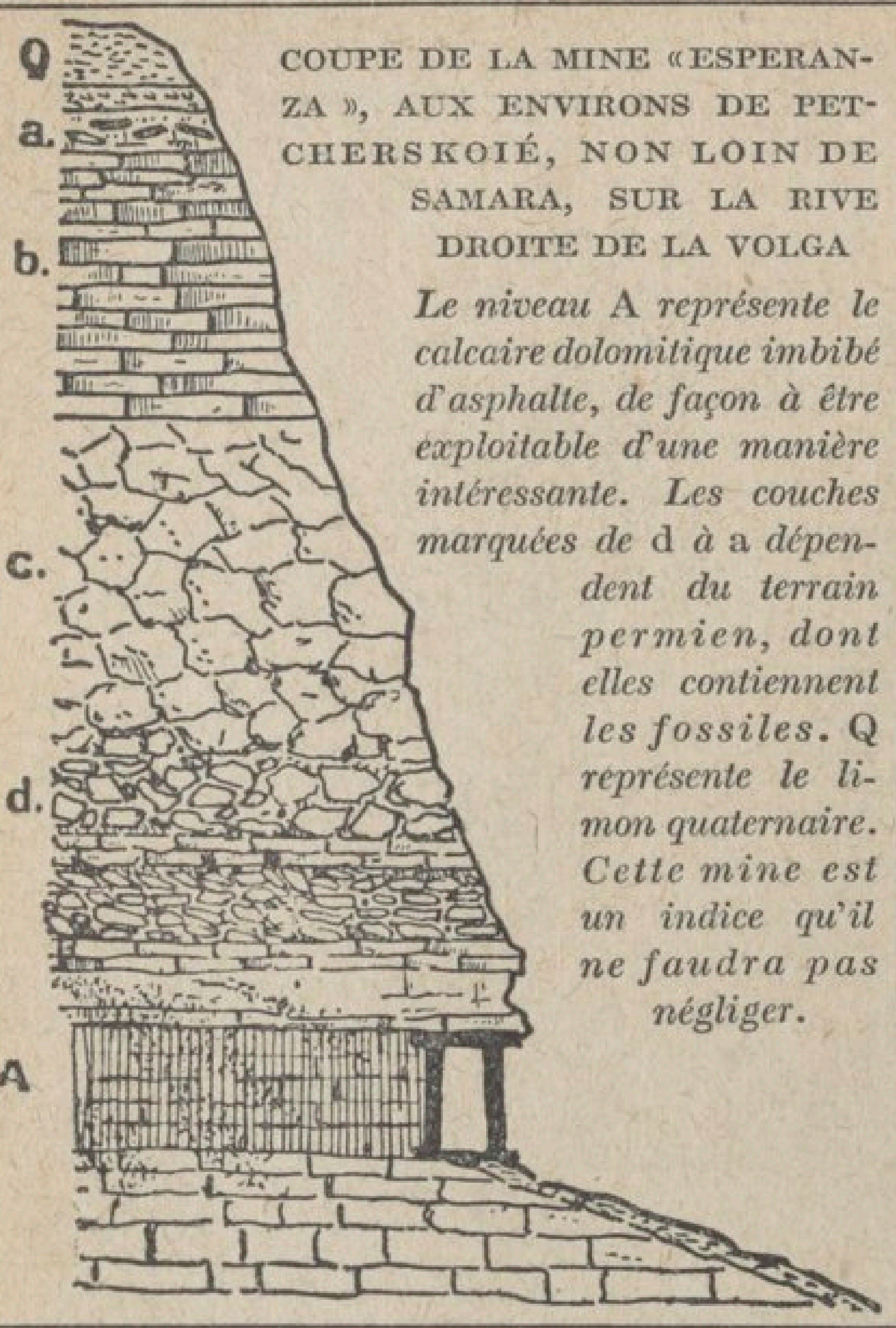
(1) Le poud représente 16 kg. 380.

PUITS JAILLISSANT DE PÉTROLE A BIBI-EYBAT, DANS LE VOISINAGE DE BAKOU

sûr, c'est qu'elle ne saurait qu'être postérieure à celle des roches qui la contiennent et qu'elle résulte, par conséquent, de réactions géologiques secondaires.

La majeure partie, pour ne pas dire la totalité, du pétrole russe vient de la baie de Bakou, où, dans la presqu'île d'Apchéron, sont forés les puits de Balakhany et de Bibi-Eybat, deux localités dont la structure et le caractère des roches (tertiaires) sont analogues. Nous emmènerons le lecteur à Bibi-Eybat, à cause du petit voyage en mer, qui lui montrera le pétrole sous un aspect particulier. Il sourd et jaillit sur le rivage, à l'abri de charpentes solides, qu'il démolit parfois sous la poussée puissante de son jet.

On avait vu mieux encore, à Bibi-Eybat, en 1887, où un coup de sonde fit jaillir une source donnant près de 50.000 hectolitres par jour, et jaillissant à une hauteur supérieure à celle de la colonne de la place Vendôme. A ce jet formidable, le vent arrachait du sable imprégné d'huile qui recouvrait les maisons de Bakou jusqu'à cinq kilomètres de distance. Pendant huit jours, le courant augmenta et donna jusqu'à 110.000 hectolitres en vingt-quatre heures, puis diminua jusqu'à 10.000 hectolitres. On estime que, faute de réservoirs, 500.000 hectolitres furent perdus. Un puits dure en moyenne deux ans. Le jet mêlé de sable va se briser contre un volet, puis coule par des rigoles




COUPE DE LA MINE « ESPERANZA », AUX ENVIRONS DE PETCHERSKOIÉ, NON LOIN DE SAMARA, SUR LA RIVE DROITE DE LA VOLGA

*Le niveau* A *représente le calcaire dolomitique imbibé d'asphalte, de façon à être exploitable d'une manière intéressante. Les couches marquées de* d *à* a *dépendent du terrain permien, dont elles contiennent les fossiles.* Q *représente le limon quaternaire. Cette mine est un indice qu'il ne faudra pas négliger.*

jusqu'aux bassins creusés dans le sol. Après que le sable s'est déposé, le naphte est envoyé par des pompes puissantes dans les « pipe lines » conduits en fer d'un diamètre intérieur de deux à huit centimètres et d'une épaisseur de cinq à huit millimètres.

Les couches naphtifères, très nombreuses, affleurent même sous la mer.

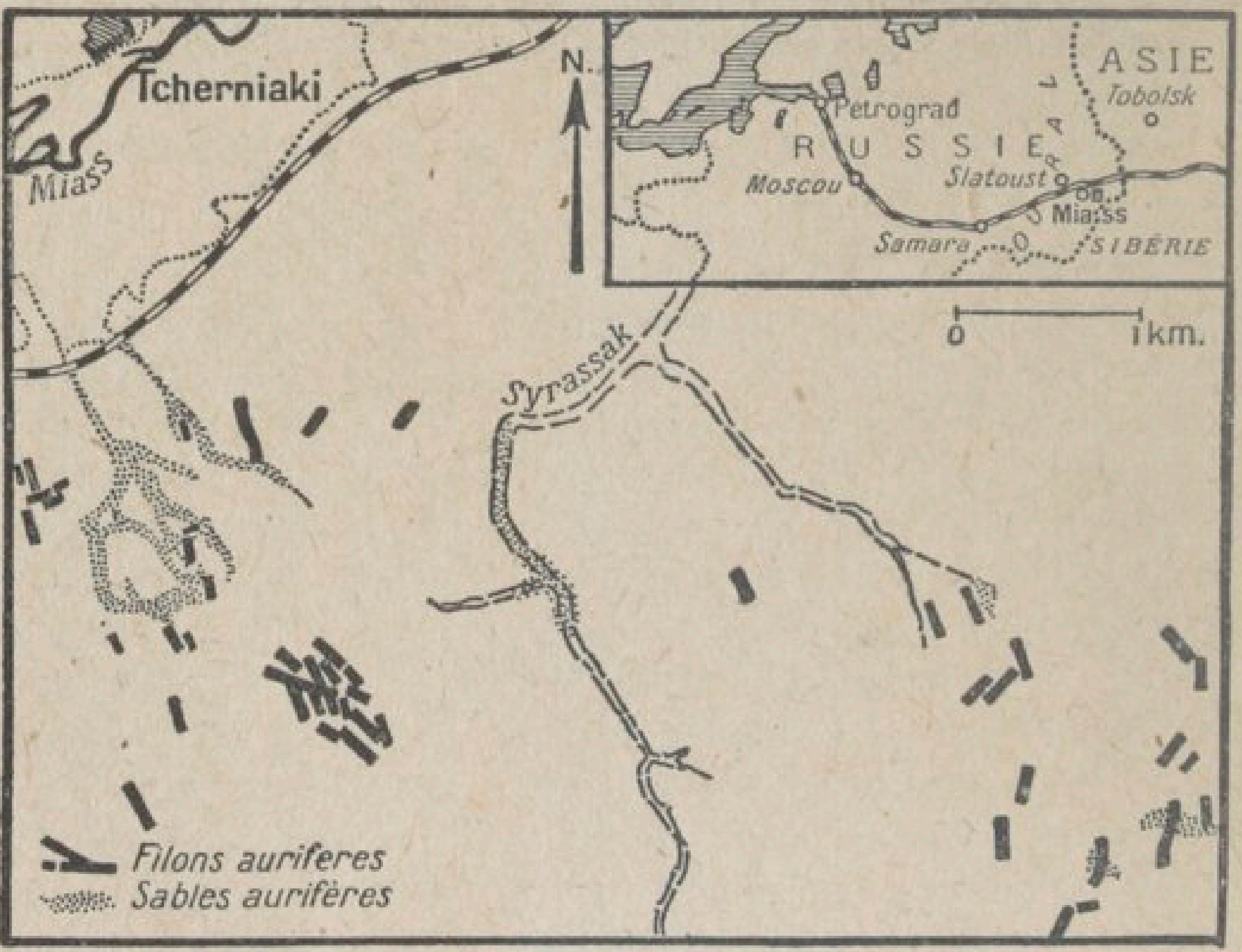
Le premier sondage dans la presqu'île d'Apchéron fut exécuté en 1871, et bientôt il y eut un grand nombre de puits en plein fonctionnement. Mais le pétrole américain était alors maître du monde, maître même de la Russie méridionale, de la Volga et de la Caspienne. L'huile de Bakou, envoyée tous les ans à la foire de Nijni-Novgorod, avait une mauvaise réputation, d'ailleurs méritée, car la distillation en était imparfaite, et les barils de bois, dans lesquels on transportait le pétrole, en augmentaient encore les défectuosités. Enfin, le charriage entre les puits et les usines revenait si cher qu'on perdait souvent à livrer les produits, même au tarif des concurrents transatlantiques.

Enfin, deux Suédois, les frères Robert et Ludwig Nobel, vinrent mettre fin aux embarras des industriels, tout simplement en imitant les procédés des Américains. Le pétrole confié aux pipe-lines, posées par terre, se développant jusqu'aux usines et de celles-ci aux ports d'embarquement et à la gare du chemin de fer, fut emporté au loin dans d'immenses réservoirs. Il y eut, sur la Caspienne et sur la Volga, plusieurs centaines de *bateaux-citernes :* il y en avait trente sur la mer Noire. Quinze mille wagons-citernes circulaient sur les différentes voies ferrées russes. Le pétrole russe se trouvait partout dans l'ancien continent. En 1896, la production totale de Bakou était de 386 millions de pouds environ.

## Le Fer

Les minéraux ferrugineux russes appartiennent à différentes espèces minéralogiques, le plus souvent des oxydes, les uns anhydres, les autres hydratés ; tantôt à base de fer seul, tantôt à fer allié à un véritable compagnon chimique, tel que le chrome ou le titane, qui le rendent spécialement propre à la fabrication de l'acier. Il faut même ajouter que, dans certains cas, le fer est engagé dans une combinaison avec l'acide carbonique : c'est alors le fer spathique ou sidérose, beaucoup moins fréquent que les autres formes, mais pratiquement très précieux.

Dans la production mondiale du fer, la Russie n'occupait, dans ces dernières années,

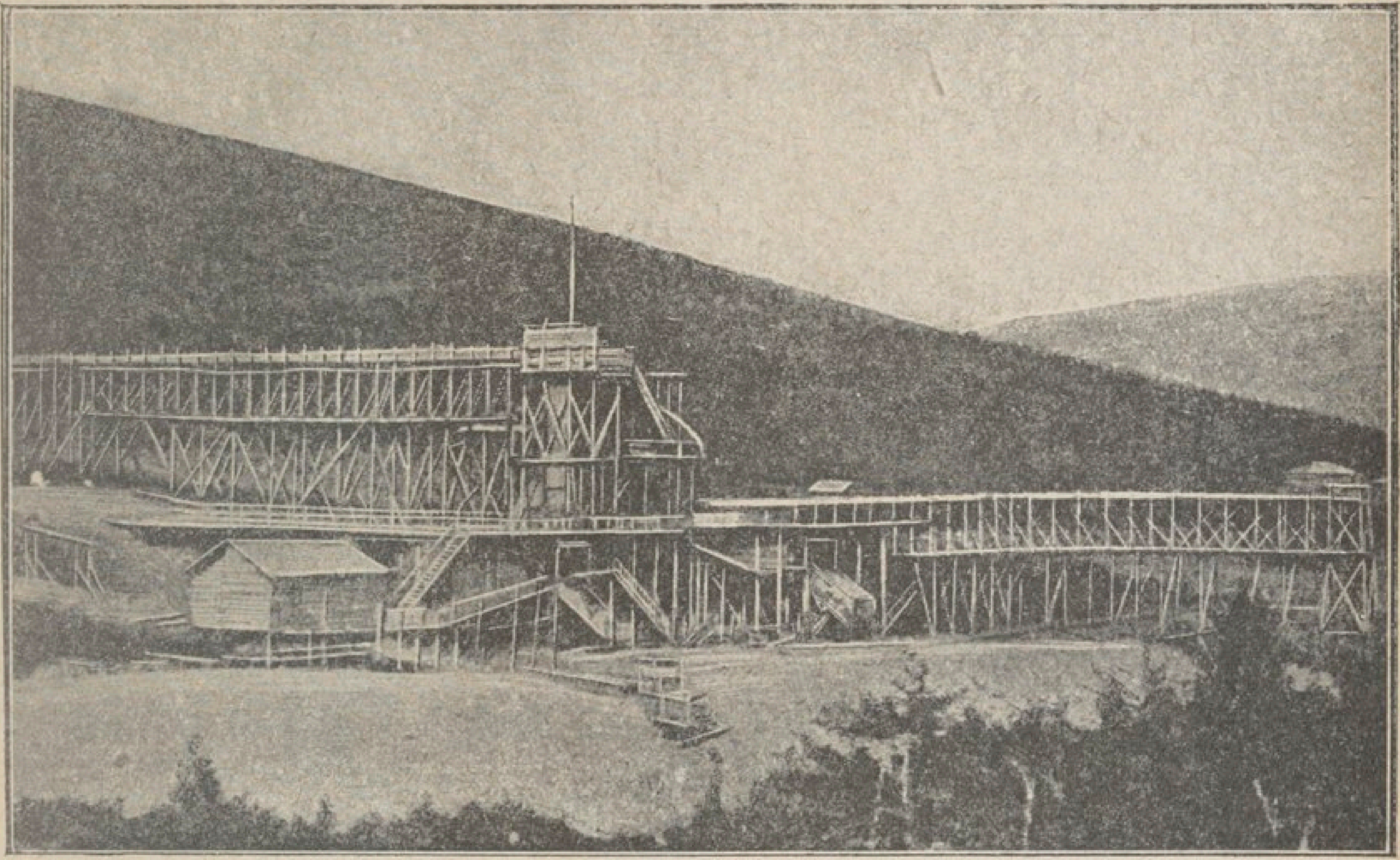



CARTE DES GISEMENTS AURIFÈRES DE TCHELIABINSK (VERSANT ORIENTAL DE L'OURAL)

que le sixième rang, les Etats-Unis, l'Allemagne, la Grande-Bretagne, la France, le Luxembourg venant avant elle. Ainsi, en 1909, elle n'a extrait que 5.402.000 tonnes, alors que le rendement de la France a été de plus de 12 millions de tonnes. Les mines de Krivoïrog et de Kertch, dans la Russie méridionale, ont fourni plus de la moitié du minerai. En 1906, on a extrait dans l'Oural 836.000 tonnes de limonite, 340.000 tonnes de magnétite, 65.800 tonnes d'hématite.

On fait souvent le calcul de la quantité de minerai qu'une mine peut fournir. On estime ainsi, par exemple, les réserves de Krivoïrog à 86 milliards de tonnes de minerais au-dessus de 50 %, et celles de l'Oural à 282 milliards. Ces calculs sont aventureux. Mais nous avons, sur l'avenir du fer en Russie d'autres renseignements que nous irons chercher le long du chemin de fer transsibérien. Ainsi on trouve, sur la pente occidentale de l'Oural, l'usine de Mignar, qui fabrique plus de 800.000 pouds de fer par an et plus de 200.000 pouds d'acier, avec un personnel de 4.500 hommes. Plus importante encore est l'usine Simsk, à quelques verstes de la précédente et qui, avec deux hauts fourneaux et 5.000 ouvriers fort bien installés, car ils ont (ou, plus exactement, ils avaient...) salle de thé, salle de lecture, théâtre, etc., produit jusqu'à 1.300.000 pouds de fonte par an.

Toujours dans l'Oural, la situation de Viasova est la plus active de la ligne, quant au transport des produits métallurgiques. Mais l'usine la plus importante est à vingt-sept verstes de la gare de Katavo-Ivanosk, fondée dès 1.775, et qui avait, avant la trahison du gouvernement maximaliste, une population de plus de 10.000 habitants. Elle possède quatre hauts-fourneaux, une aciérie Bessmer, une fabrique de rails, des ateliers de pudlage, de laminage, etc. Le minerai lui est amené en chariots des mines de Bakalsk.



INSTALLATION POUR LE LAVAGE DE L'OR DANS LES PLACERS SIBÉRIENS.
*Cette installation, très bien comprise, se compose d'une machine à quatre tonneaux; elle a été faite sur les rives de la Vitim, affluent de la Léna, dans la Sibérie orientale.*

L'usine de Satkins, fondée en 1757 et appartenant à l'Etat, n'est pas inférieure à la précédente. Elle compte aussi 10.000 habitants environ. Sa principale production consiste en fonte, dont on prépare annuellement plus d'un million de pouds, et dont le quart environ est transformé en engins d'artillerie. Elle reçoit, des mines de Bakalsk et d'Elnitchny, environ 1.800.000 pouds de minerai par an. Egalement très anciennes, et tout aussi importantes, sont les forges de Zlatooust, qui appartiennent à l'Etat, etc.

Nous sommes maintenant en Asie, sur la pente orientale de l'Oural, la chaîne aux flancs prodigieusement riches, car nous y

LAVEURS D'OR SUR LA SOTOJOKI, PETIT COURS D'EAU DE LA LAPONIE D'INARI

*Le procédé de lavage est ici extrêmement rudimentaire, alors que dans d'autres placers de la Russie, cette opération se fait par les méthodes perfectionnées.*

verrons bien d'autres métaux que le fer. Kichtim, sur l'embranchement d'Ekaterinenbourg, a deux usines, dont l'une emploie 18.000 ouvriers des deux sexes, l'autre, 2.000. Ces usines produisent annuellement de 5 à 6 millions de pouds de fonte et jusqu'à un million de pouds de fer. A peu de distance de là, l'usine de Kaslinsk, célèbre par sa fonderie fine et artistique, emploie plus de 15.000 personnes. Toutes ces usines remontent au XVIII^e^ siècle, de même que celles de Maouk, d'Oufaley, de Mramorska, de Séversk. Dans la mine de Tchoumachef, on a rencontré des traces nombreuses et caractéristiques d'exploitation préhistorique.

C'est à Ekaterinenbourg que se trouve l'administration minière de l'Oural, le laboratoire de chimie, un observatoire météorologique et magnétique, le conseil des métallurgistes et des chercheurs d'or de l'Oural.

A une verste de la ville s'élève l'usine d'Issetsk-Supérieur, dont les hauts-fourneaux coulent la loupe à puddler, l'acier de forge, et qui compte un personnel de 10.000 âmes.

Nous arrivons dans les montagnes kirghisiennes, plus abondantes encore, peut-être, que l'Oural, non seulement en houille, mais en or et en fer. Le gisement le plus riche de minerai de fer se trouve près de la ville de Karkaral : on ne l'a pas encore exploité. Plus féconde encore, mieux étudiée, mais très imparfaitement connue, est la Sibérie orientale. Les mines de fer y sont considérables dans les gouvernements d'Iénisséisk et d'Irkoustk, très riches surtout en fer magnétique dans le district de Minoussinsk, sur la rivière d'Abakansk, au bord de laquelle est construite l'usine d'Abakansk, où l'on fond du cuivre et du fer. De riches gisements se présentent dans le district d'Iénisséisk, qui ne sont exploités que par les paysans de la région, de la façon la plus primitive.

La Transbaïkalie renferme des trésors de toutes sortes, qui ne sont que partiellement exploités. Cependant le gisement de fer magnétique de Balaghinsk, qui se trouve dans les monts Tsagan-Daban, sur la rive gauche de la rivière Baléga, est travaillé depuis plus d'un siècle ; il en aurait été extrait près de 8 millions de pouds de minerai et il en resterait encore 2 millions. D'autres gisements, très importants, sont au voisi-

nage et non loin des usines de Pétrovsk, qui n'utilisent que les mines de Balaghinsk. Elles furent fondées en 1790 par un petit groupe de capitalistes, pour fournir le fer nécessaire à l'exploitation des mines d'or.

Et, au plus loin de la Sibérie, le minerai de fer est si abondant, qu'on a pu dire qu'il semble former tout le sous-sol du bassin de l'Amour. Le minéral est en grandes masses et en couches dans le calcaire, la diorite et le mélaphyre. Il n'est pas encore exploité, non plus que le minerai trouvé sur le littoral de la mer, dans le district d'Olghinsk, et forme avec lui une réserve pour l'avenir.

C'est ici la place de citer le manganèse, indispensable à la fabrication de l'acier. Plus que jamais, en cette époque de guerre, le manganèse a sur le marché une grande importance. Son extraction est des plus productives aux environs de Tchiatour, gouvernement de Koutaïs. La mine se compose de plusieurs couches horizontales s'étendant sur 134 kilomètres carrés. Il y en a aussi un vaste gîte à Nikopo, gouvernement d'Ekatérinoslaw, exploité depuis 1861 par plusieurs concessionnaires, et qui, en l'année 1909, a fourni 366.000 tonnes environ.

## L'Or

L'or, sur le territoire russe, se présente sous les deux formes principales de filons au travers de roches généralement granitiques et spécialement de granulites, et de paillettes ou de pépites disséminées dans la masse de débris rocheux. Ces deux formes sont, d'ailleurs, habituellement voisines l'une de l'autre, et il est manifeste que la deuxième résulte d'un remaniement de la première.

La Russie tient la quatrième place parmi les pays producteurs d'or. Se classent avant elle : les Etats-Unis, l'Australie et le Transvaal, qui, depuis la guerre des Boers, a passé des 43 millions, qu'il produisait en 1890, à 840 millions en 1911. On a calculé que, depuis l'origine, la production totale de la Sibérie a été de 5 milliards 500 millions de francs.

Les dépôts aurifères de l'Oural se trouvent sur son versant oriental, au pied des monts Ilmen, au voisinage des localités de Bérézovsk, Pychminsk, Tchéliabinsk, Kochgar,

CHERCHEURS OCCUPÉS A EXTRAIRE DE L'OR DE SABLES DÉJA LAVÉS

*La scène reproduite ici se passe sur la rive droite de l'Iénisséisk, entre les fleuves d'Angara et de Podkamenoï-Toungouskaï, dans la Sibérie orientale.*

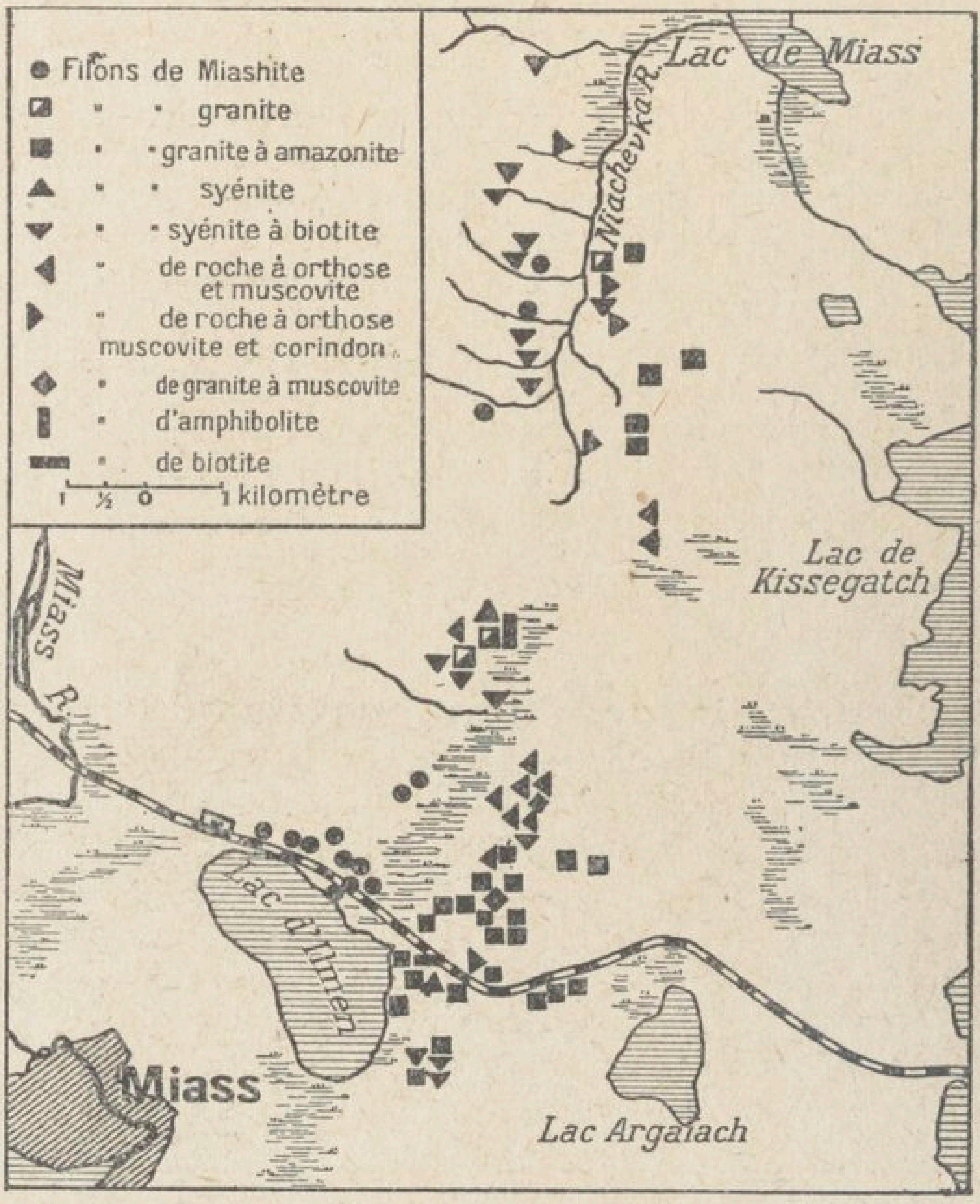
Ils se présentent en masses stratifiées dont l'épaisseur, quelquefois faible, peut atteindre plus de 4 mètres. La longueur ordinaire est de 20 à 40 mètres ; mais il est des veines de 200, de 500 mètres et même de 12 kilomètres, comme au placer de Pexhtanka, par exemple.

On trouve dans l'Oural, de l'or natif en paillettes et en gros morceaux, dont le plus considérable, recueilli dans le district de Miass, au placer de Tsarewo Alexandrevsky, pesait 36 kilogrammes.

L'or est presque toujours accompagné de fer, de quartz, de platine, de grenat et quelquefois de zircon, de disthène, de diamant. Les gîtes les plus productifs semblent avoir, pour gangue ordinaire, de nombreuses variétés de schistes, qualifiés de talqueux et de chloriteux.

On a remarqué que les placers gisant sur les calcaires sont particulièrement riches.

Dans le placer Ilmensky, district de Miass, la couche aurifère atteint une longueur de 1.380 mètres sur une largeur de 320 mètres ; la teneur en or oscille de 6 à 8 grammes par tonne. La puissance des filons aurifères de Tchéliabinsk, dont l'exploitation remonte à une vingtaine d'années, varie de 0 m. 20 à 0 m. 70 et atteint exceptionnellement 1 à 2 mètres. La teneur en or va de 2 gr. 5 à 10 gr. 4 par tonne, et, en certaines places, jusqu'à 30 grammes. Le district minier de Kitchym offre, avec des gisements fort intéressants d'or, de fer, de cuivre, de pyrite, une collection de pierres précieuses. Les gisements d'or de Bérézovsk sont compris dans une superficie de 56 verstes carrées. Les parcelles d'or se trouvent dans le quartz et dans la pyrite. La teneur en or est, en moyenne, de 8 grammes par tonne ; elle s'élève parfois jusqu'à 250 grammes et davantage. La région du Kochgar compte quatre cents gîtes aurifères, réunis sur 50 kilomètres de surface, exploités depuis 1844. La production totale de l'or jusqu'en 1897, époque de la visite de l'Oural par le Congrès géologique, a été de 47.060 kilogrammes. La teneur moyenne est de 5 à 13 grammes par tonne. Les filons sont plus riches vers le haut; plus bas, l'or s'associe à de l'argent (jusqu'à 30 %) et également à des calcédoines.




LES GITES MINÉRAUX DES MONTS ILMEN (SIBÉRIE)

*Ces gîtes renferment de grandes quantités de pierres précieuses ou de pierres fines. Parmi les plus remarquables, il faut citer: la topaze, le béryl ou aigue-marine, le zircon, l'apatite, la fluorine, le sphène, le corindon, la phénacite, le grenat, la tourmaline.*

Citons, parmi les localités aurifères de la Sibérie, les mines de Sémipalatinsk, dans le pays des Kirghiz, et celles du gouvernement de Tomsk, une des régions minières les plus riches du monde entier.

La région transbaïkalienne mérite une place à part : on tire, des sables aurifères exploités depuis 1877, une quantité toujours croissante d'or. Il y a jusqu'à 185 gisements, dont les uns appartiennent à l'Etat, les autres, à des particuliers. L'arrondissement de Bargousinsk compte quatre-vingt-une mines ; l'arrondissement le plus riche est celui de Nertschinsk. Les sables aurifères de l'Amour ne le cèdent pas aux précédents. La Compagnie de l'Amour supérieur, fondée en 1863, augmente continuellement le nombre de ses placers, et la quantité d'or qu'elle extrait annuellement est d'environ 150 pouds. Les ouvriers, au nombre de 2.500,

sont fort bien payés. Ils possèdent une salle de thé, un terrain de jeux, une bibliothèque.

Les couches aurifères de l'Amour étant peu profondes, sont faciles à travailler ; elles sont exploitées par déblaiement, si ce n'est dans le district de Nimansk, où les travaux sont souterrains et s'exécutent en galerie.

Enfin, l'extrémité nord-est de la Sibérie donne aussi de l'or. On l'a reconnu en beaucoup de points du Kamtchatka et dans l'Oussourie maritime, où la région de la rivière Amgougne, reconnue dès 1872, est très abondante en métal. Les mines y sont généralement bien organisées, avec église, hôpital, bibliothèque. Elles emploient plus de 4.000 ouvriers, sibériens et chinois. Notons enfin la partie centrale de l'île de Sakhaline, dont les sables aurifères sont très abondants.

## Le Cuivre

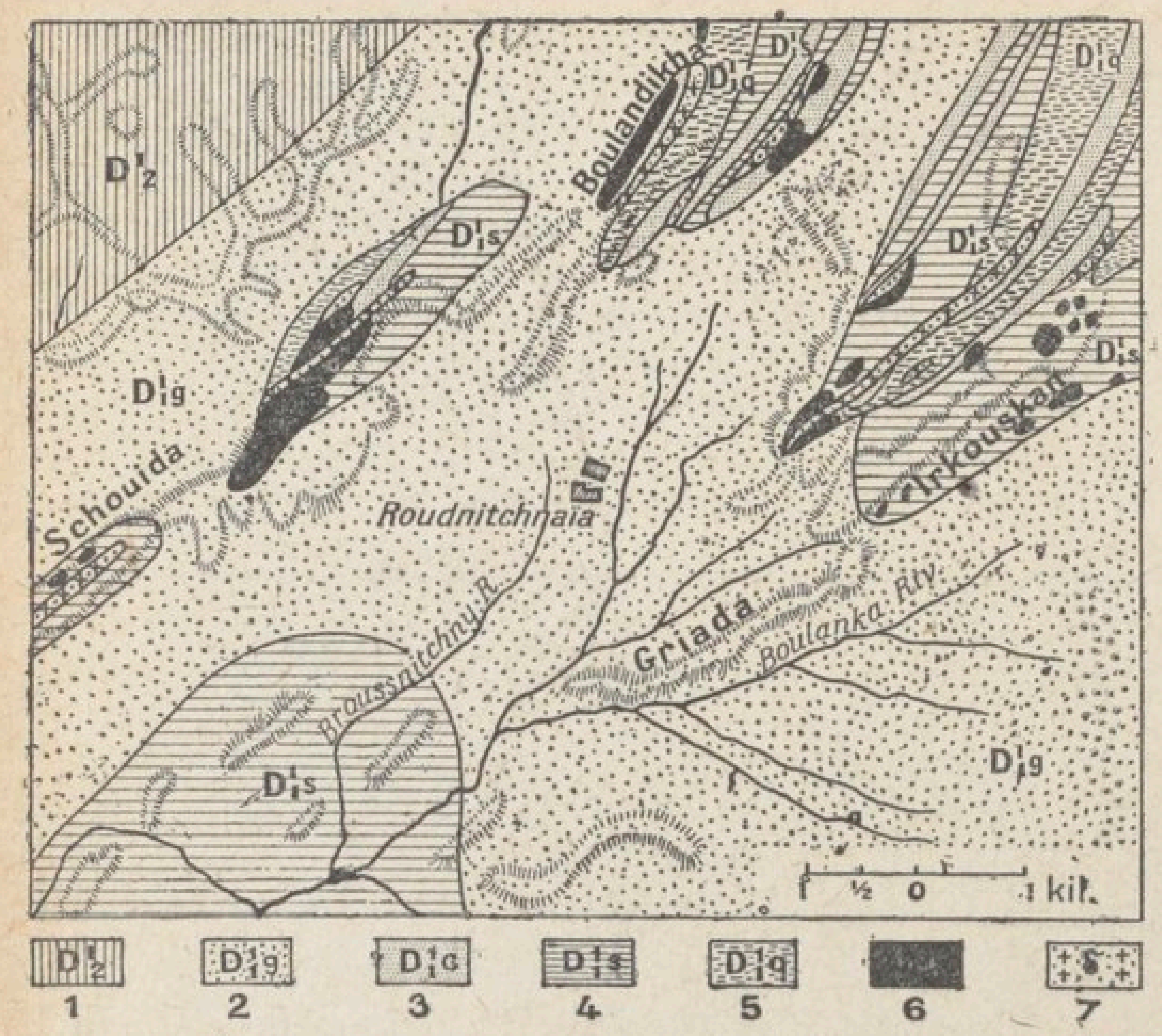
Le cuivre semble avoir beaucoup d'avenir en Russie. De 1900 à 1911, sa production a presque doublé, grâce à une exploitation très intensive, et c'est encore à l'Oural et à la Sibérie qu'est due cette augmentation. Notons que dans le petit Caucase, à Kédabeck, les amas en chapelet de chalkopyrite atteignent 200 mètres de long sur 50 de large et qu'on y trouve de l'or et de l'argent. A Allah-Verdi, non loin de Tiflis et d'Erivan, où le plomb et l'argent sont associés au cuivre, il y a nombre de poches dont la principale mesure au moins 200 mètres de long sur 40 de large et 12 d'épaisseur. Dans l'Oural, la chalkopyrite s'associe à la magnétite, à Bogoslovsk, Mednoroudiansk, Goumechevsk. En Sibérie, dans la région d'Akmolinsk, où il est travaillé dans les usines de fonte de Spask, le cuivre est d'excellente qualité. Dans la région de Sémipalatinsk, on n'en extrait qu'une petite quantité, de gisements nombreux et extrêmement riches.

LE GRAND-TAGANAÏ, CONSTITUANT, A ZLATOOUST, LA CRÈTE DE LA CHAINE DE L'OURAL

*On se trouve ici dans une région où l'imprégnation métallique et spécialement ferrugineuse du sol est des plus intenses et des plus variées. Les roches granitiques traversées de filons sont fréquemment kaolinisées et elles renferment des gîtes dévoniens de composition très diverse.*

## Le Platine

La Russie produit annuellement les quatre-vingt-quinze centièmes de la quantité mondiale de platine jetée dans le commerce : aussi a-t-on pu dire que c'est un métal russe.




CARTE GÉOLOGIQUE DU MONT BOULANDIKHA, SUR L'IRKOUSKAN, ET DE LA CHAINE DU SCHOUIDA

*Ces montagnes sont formées de diverses assises de terrain dévonien (marquées* D, *de 1 à 5) ; elles renferment de riches amas (6) de fer oligiste et de fer spathique (7).*

Le platine s'y montre dans sa gangue, sous la forme de grenailles, en général extrêmement fines, associées d'une manière plus ou moins uniforme aux divers matériaux pierreux (péridot et pyroxène).

Les alluvions platinifères de l'Oural se trouvent concentrées dans le gouvernement de Perm, district minier d'Ekaterinenbourg, occupant une longueur de 130 kilomètres environ.

Goroblagodask et Nijni-Taguilsk représentent les deux centres de production les plus importants. Ils doivent leurs richesses, le premier au massif montagneux du Sarania, de l'Elovaia et du Katchkauar; et l'autre au massif important des monts Solovief, d'où dévalent la Martian et la Vissim.

La découverte du gisement de Goroblagodask date de l'année 1825, mais ce fut seulement seize ans plus tard que l'exploitation commença. On peut dire qu'aujourd'hui il existe dans l'Oural plus de cent placers exploités pour les paillettes, les granules et même les pépites de platine. Celles-ci sont d'ailleurs fort rares ; on peut cependant en citer une pesant 2 kg. 247, et une autre, originaire de Nijni-Taguilsk, pesant 9 kg. 620, ce qui, au cours actuel de 18.000 francs le kilogramme, représente une valeur de 170.000 francs.

Depuis l'origine des travaux jusqu'en 1911, la production s'est élevée à 173.494 kilogrammes,

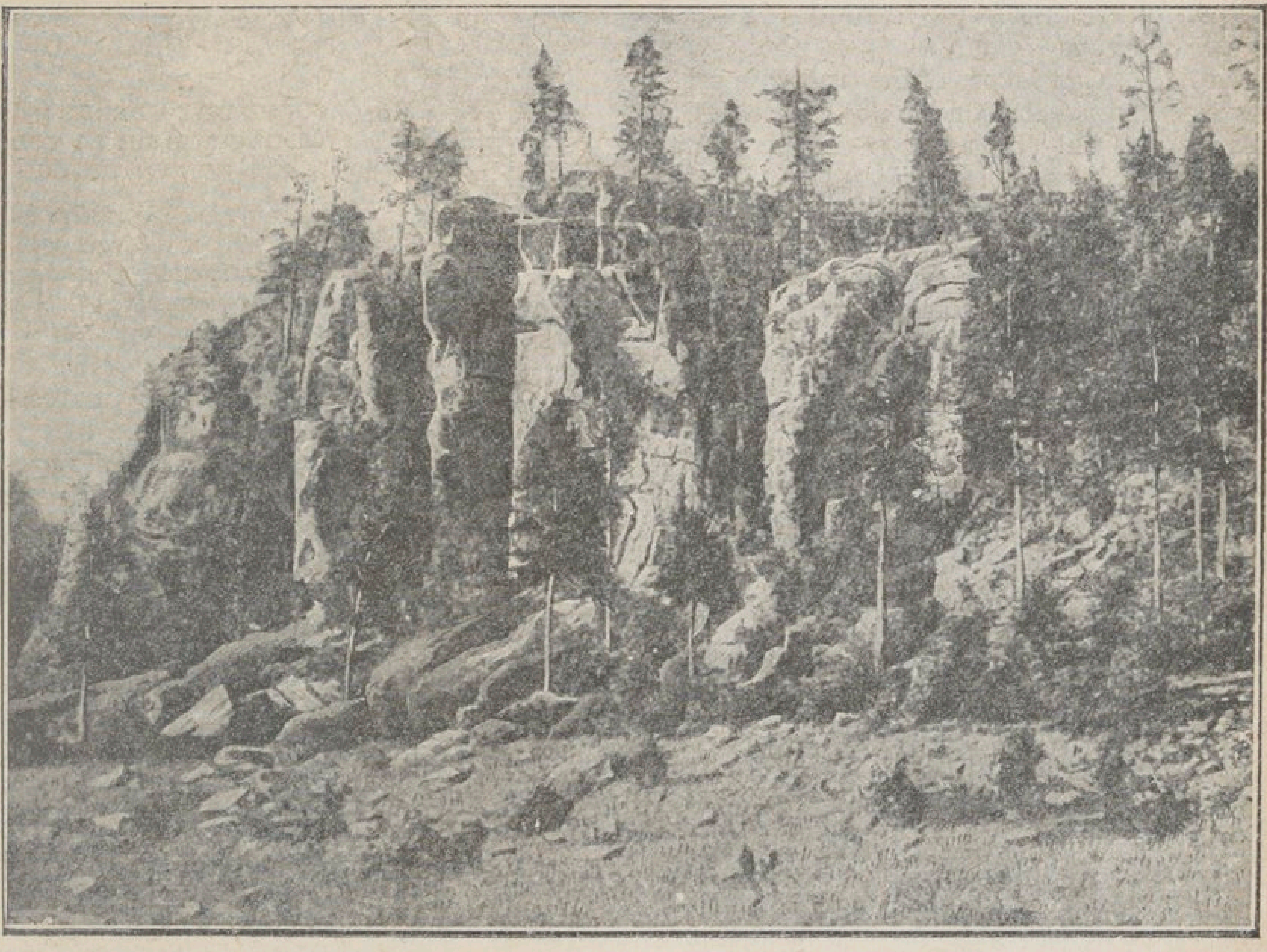
### Les Pierres précieuses

Bien que les pierres précieuses, et surtout les pierres fines, soient abondantes en Russie, nous ne leur consacrerons qu'un court paragraphe, car malgré l'importance de leur rendement, elles ne sont pas appelées au grand avenir industriel des substances que nous venons de citer. Tout ce que nous pouvons dire ici, c'est que la malachite, substance verte, tuberculeuse et souvent veinée de noir, constitue, dans bien des cas, un produit d'altération des filons cuivreux et qu'on la trouve dans l'Oural et dans la steppe Kirghize ; que la lazulite ou lapis lazuli, dit aussi *outremer*, ordinairement d'un beau bleu, avec quelquefois des taches blanches, se rencontre en Sibérie, à l'embouchure de la Studianka, dans le lac

CARTE DE LA RUSSIE D'EUROPE, AVEC L'INDICATION DES GISEMENTS DE PHOSPHATE DE CHAUX

Baïkal ; c'est qu'enfin, certains points de l'Oural et de la Sibérie sont de véritables écrins de pierres précieuses, par exemple, Kornilowsk, à neuf kilomètres de Mursinsk, dans la Sibérie orientale, où le rubis est exploité dans une fosse de 100 mètres de long sur 20 à 30 de large et dans laquelle on trouve aussi beaucoup de beaux saphirs, de magnifiques corindons et quelques topazes.

Quant aux monts Ilmen, dans l'Oural, ils sont célèbres dans le monde entier par leurs gisements de minéraux, presque tous précieux, et dont plus de cent cinquante sont exploités. Ils ont été très étudiés, et la carte détaillée que nous en donnons à la page 428, suffira à renseigner le lecteur.



ROCHER DIT HANKKAVUORI-SAKKIJARVI, PRÈS DE VIBORG (FINLANDE)

*Ce rocher est composé de rappakivi, magnifique pierre de décoration qu'on ne peut, dans les pays froids, employer qu'à l'intérieur des édifices. On en a fait néanmoins les fortifications de Cronstadt et les parapets des quais de la Néva, à Petrograd, mais dès le premier hiver, ces granits à oligoclase ont subi des détériorations très profondes qui ont demandé de coûteuses réparations.*

## Les Phosphates

La découverte en Russie d'Europe de gisements de phosphate de chaux éminemment propre aux applications agricoles, remonte au milieu du dix-neuvième siècle.

Quoiqu'il s'agisse dans tous les cas de nodules, c'est-à-dire de concrétions qui semblent bien résulter du remaniement de certains fossiles, coquilles ou ossements, par les eaux minérales, les gisements sont répartis à différents niveaux géologiques.

Une série remarquable est subordonnée à la formation de la craie blanche, analogue à celle de notre Champagne et de notre Picardie. Les gisements de ce type s'étendent des rives de la Desma aux rives du Don, traversant sans interruption les gouvernements de Smolensk, d'Orel, de Koursk et de Voronège. Cette bande n'a pas moins de 600 kilomètres de longueur sur une largeur variable de 100 à 150 kilomètres. La teneur en phosphate varie de 23 à 62 % du poids total de la roche. A lui seul, le gisement de Koursk constitue un bassin très étendu, où le phosphate forme comme une dalle, ou couche de pierre de deux décimètres d'épaisseur.

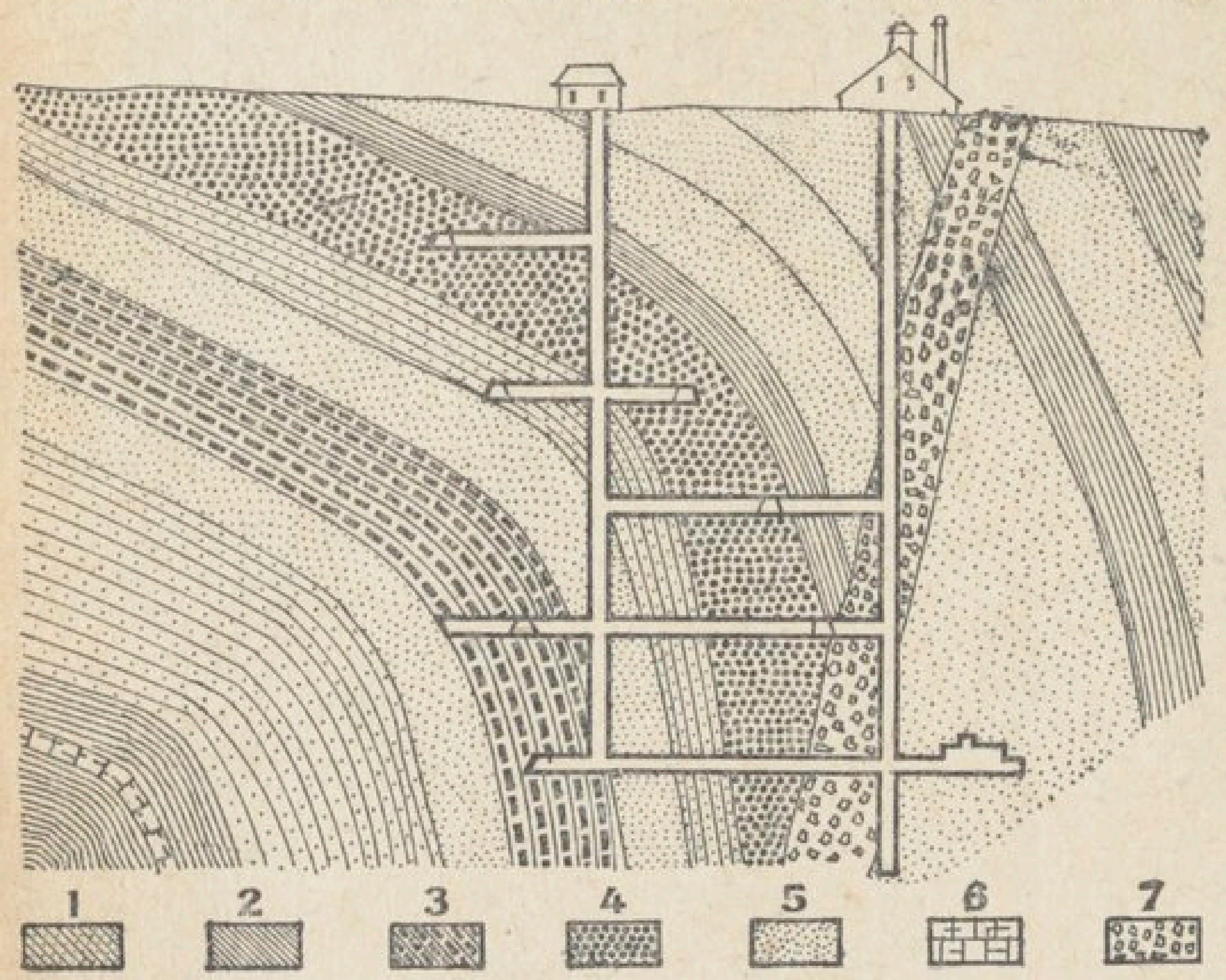
Un deuxième niveau phosphaté est subor-

donné au grès vert, c'est-à-dire à des dépôts plus anciens que les précédents. Il affleure, par exemple, au nord-ouest de Tambow, de Norchansk et de Kirsanow. La roche est souvent couronnée de nodules phosphatés moyennement gros, tandis que sa partie inférieure constitue une « couche formidable » de blocs concrétionnés, mesurant à elle seule 60 centimètres d'épaisseur. On a évalué à 60.000 tonnes de minerai à l'hectare le rendement de certaines régions et l'analyse chimique, qui donne la moyenne de 44 %, a reconnu parfois jusqu'à 61 % de phosphate.

Enfin, des gisements d'une troisième catégorie sont disséminés, avec des caractères et des teneurs qui varient pour chacun d'eux, mais dont l'ensemble ne laisse pas de présenter une certaine importance. On en a reconnu en ces dernières années, à Nijni-Novgorod, dans le terrain jurassique, où le dosage atteint 60 %.

## Graphite et Terre noire

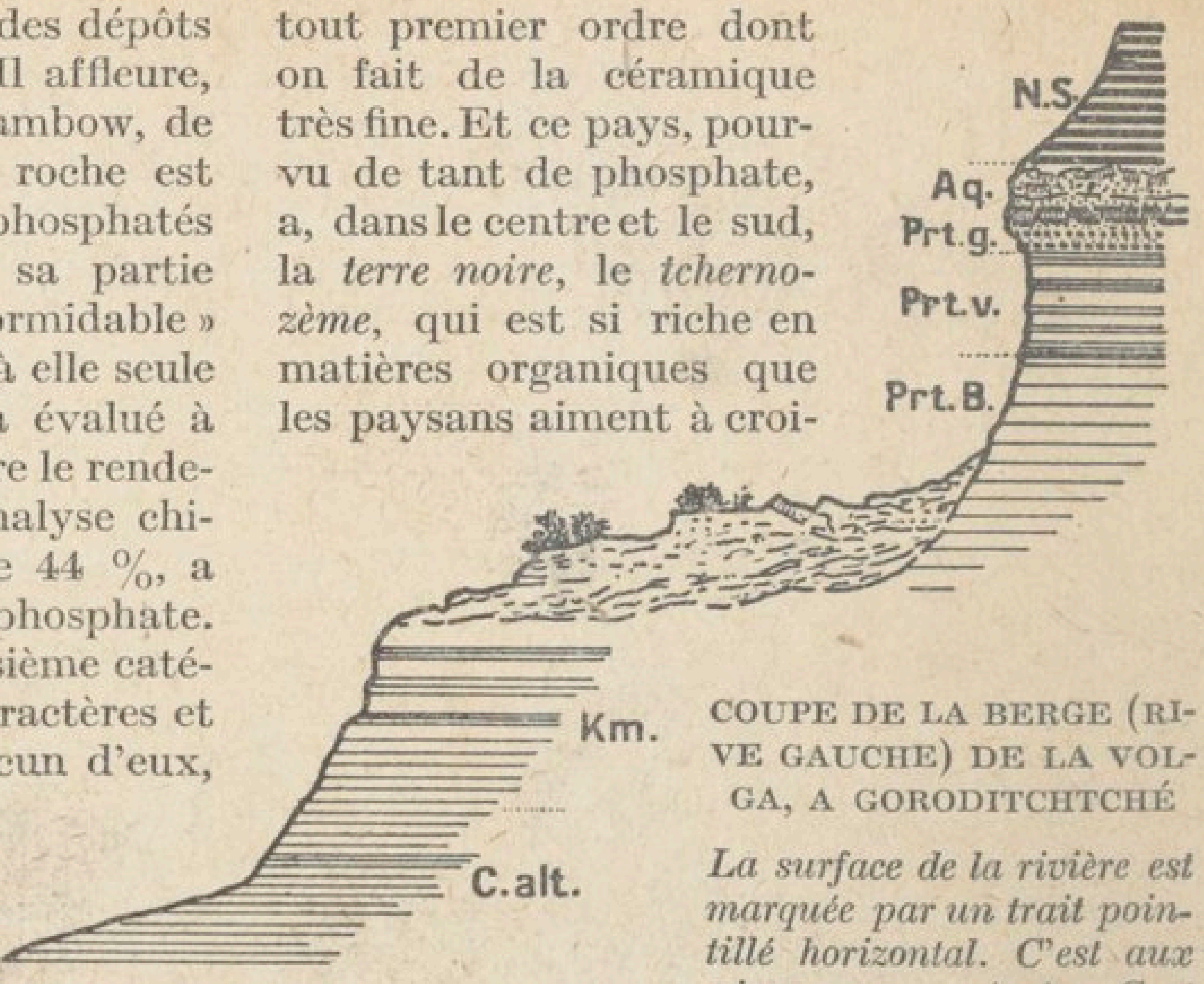
Ce ne sont là que les principaux biens minéraux de la Russie ; le reste constitue encore une jolie fortune. Les mines de sel,




COUPE DU GISEMENT DE MERCURE DÉCOUVERT AU LIEU DIT SOPHIA, DANS LE BASSIN HOUILLER DU DONETZ

*De gauche à droite, les rectangles représentent: le quarzite, le schiste, le quarzite à cinabre ; le grès à cinabre, le grès stercle, une brèche ou conglomérat, et enfin, un filon composé d'une brèche de friction.*

par exemple, y sont considérables, en Europe aussi bien qu'en Asie ; il y en a de magnifiques dans le bassin du Donetz, qui possède aussi du mercure. Nous n'avons rien dit du graphite de Sibérie, qui est pourtant le plus beau de la terre entière. Il y a des argiles de tout premier ordre dont on fait de la céramique très fine. Et ce pays, pourvu de tant de phosphate, a, dans le centre et le sud, la *terre noire*, le *tchernozème*, qui est si riche en matières organiques que les paysans aiment à croi-




COUPE DE LA BERGE (RIVE GAUCHE) DE LA VOLGA, A GORODITCHTCHÉ

*La surface de la rivière est marquée par un trait pointillé horizontal. C'est aux niveaux marqués* Aq, G *et* V *que se trouvent les bancs de nodules phosphatés.*

re qu'il peut produire indéfiniment sans recevoir la moindre parcelle d'engrais.

Dans certains pays, en effet, la terre produit depuis un temps immémorial, sans défoncement, sans jachère. La routine et la paresse du paysan sont d'accord pour ne lui laisser prendre que la peine de semer et de récolter. Voit-il un ralentissement dans son champ ? Il l'abandonne pour en prendre un autre. Aussi y a-t-il eu de terribles famines dans ce pays qui pourrait nourrir toute l'Europe, parce que le tchernozème, non cultivé, est à la merci de la moindre sécheresse qui le durcit et le stérilise.

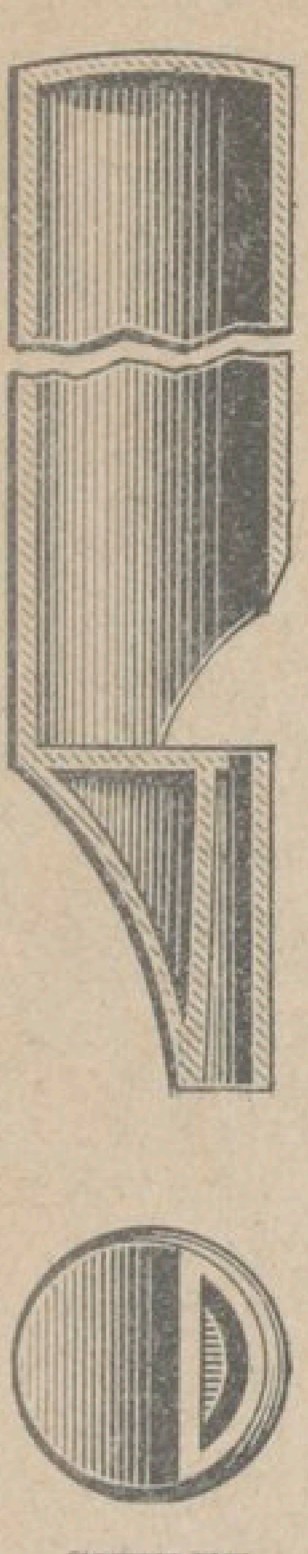
Le « conseil de famille » dont nous parlions en commençant ne s'impose-t-il point pour surveiller ces champs immenses, ces territoires d'une richesse incomparable, et aussi pour guider sagement, paternellement, ces paysans ignorants et trompés par des hommes dont, a dit Yermoloff, qu'on ne saurait trop citer parce que son grand esprit et sa profonde connaissance des choses de son malheureux pays, l'avaient, malgré son libéralisme, doué du triste don de prophétie : « S'ils arrivaient à triompher, ce ne serait plus une révolution, mais un cataclysme comme n'en a pas encore connu l'Histoire. »

STANISLAS MEUNIER.

# LES SIGNAUX SONORES : SIFFLETS, TROMPETTES ET SIRÈNES

**Par Henri VAUBLIN**

Les signaux sonores, pour ne parler que de l'époque moderne, ont pris une extension particulièrement importante depuis l'établissement des chemins de fer et le remorquage des trains par les locomotives, ainsi que depuis la création de la navigation à vapeur, et aussi... depuis les raids de Gothas. Ils se composent, en général, du sifflet, de la cloche, de la sirène, de la trompe, de la trompette à anche, du canon, tous appelés signaux de brume, car ils ne servent généralement que lorsque l'atmosphère perd sa transparence habituelle.



SIFFLET A BOUCHE

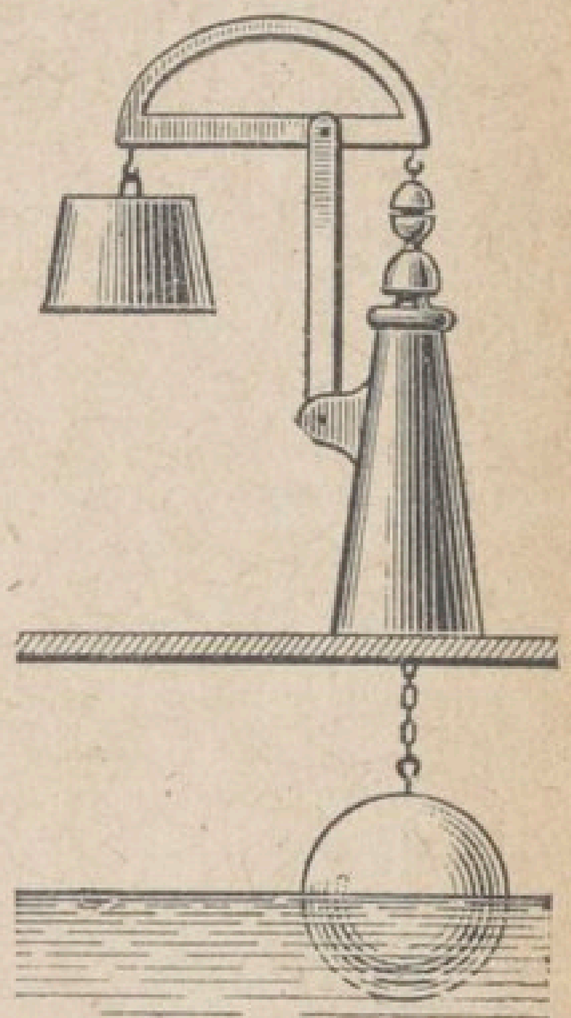
*Vue en coupe et en bout.*

Le sifflet ordinaire est, en principe, un tuyau à bouche analogue aux petits tuyaux d'orgue et faisant entendre, quand on souffle dedans, un son suraigu, en raison de sa très faible longueur.

Il est formé d'un cylindre fermé à une extrémité, muni d'une embouchure à l'autre extrémité, pourvu d'une lumière dont les bords sont taillés en biseau, et dans lequel l'air est insufflé par la bouche. L'embouchure est également taillée en biseau et est remplie par un coin disposé de façon à ménager un conduit oblique pour le passage de l'air permettant à celui-ci d'arriver sur le biseau ménagé sur les bords de la lumière ; une petite plaque de bois ou de métal donne au jet d'air la forme circulaire utile.

C'est, en effet, en se brisant contre l'arête de ce biseau que la lame d'air entre en vibration et communique son mouvement à l'air contenu dans la partie antérieure de l'instrument. Le phénomène est très simple.

Quelques-uns, dits sifflets à roulette, ont à l'intérieur une petite roue-turbine qui se met à tourner sous l'influence du souffle et modifie la hauteur du son — tout en le rendant plus mordant ; — dans d'autres, ce n'est qu'une petite boule qui saute sous l'impulsion de l'air et rend tremblotant le son de l'instrument.

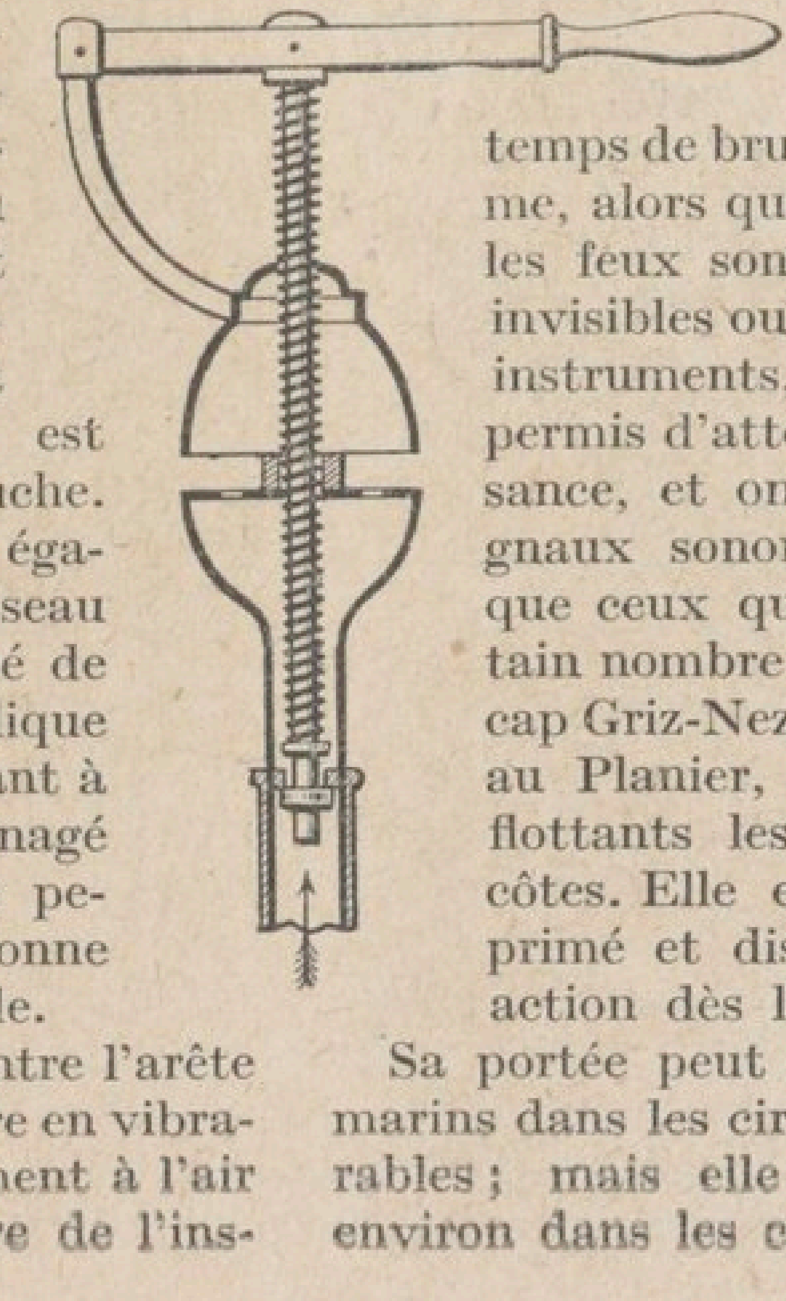


SIFFLET AUTOMATIQUE DE SÉCURITÉ POUR MACHINE A VAPEUR

*Il est actionné par le flotteur quand l'eau baisse dans la chaudière.*

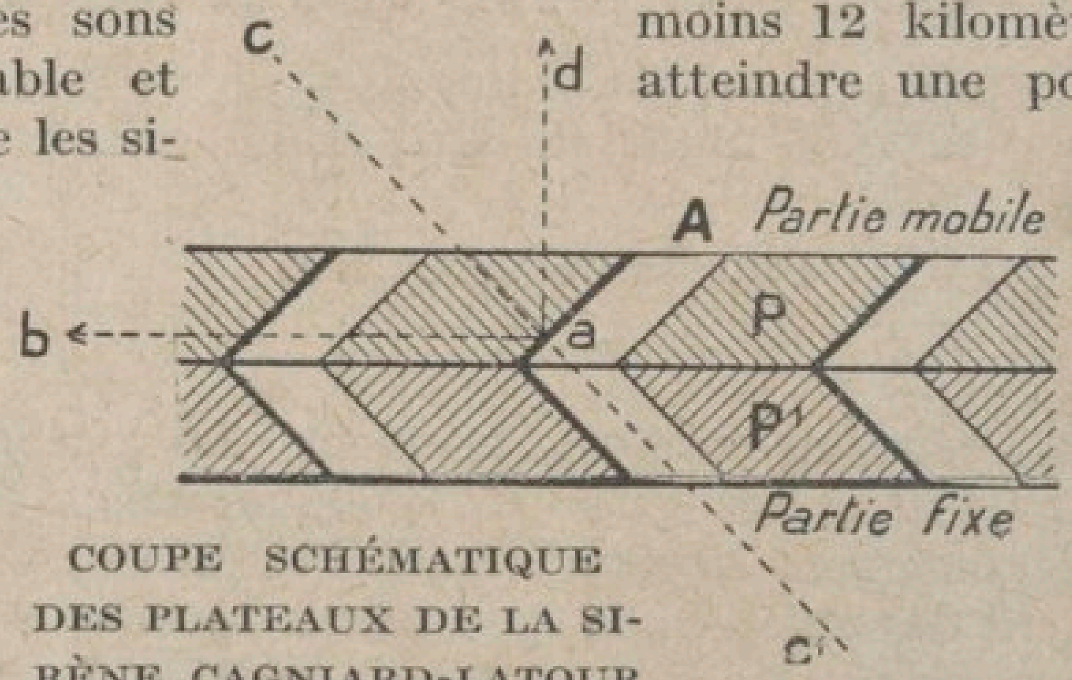
Les signaux sonores sont obligatoires dans la marine, et leur usage est codifié. On comprend d'ailleurs aisément que, sans eux, il n'y aurait aucune sécurité pour la navigation pendant les temps de brume, alors que les feux sont invisibles ou insuffisants. De tous ces instruments, c'est la sirène qui a permis d'atteindre la plus grande puissance, et on l'a adoptée pour les signaux sonores les plus sérieux, tels que ceux qui sont associés à un certain nombre de phares électriques, au cap Griz-Nez, à Eckmühl, à la Coubre, au Planier, etc., et aussi aux feux flottants les plus importants de nos côtes. Elle est actionnée à l'air comprimé et disposée pour être mise en action dès l'apparition de la brume.

SIFFLET A MAIN DE MACHINE A VAPEUR OU DE LOCOMOTIVE



Sa portée peut atteindre 15 à 18 milles marins dans les circonstances les plus favorables ; mais elle n'est que de 6 milles environ dans les circonstances moyennes et

peut même tomber, dans certains cas, au-dessous de 2 milles, par exemple, lorsque les vents sont contraires et lorsque le brouillard est plus ou moins intense. Celui-ci, en effet, amortit les sons d'une façon très variable et quelquefois au point que les signaux perçus par temps clair à des distances considérables, le sont à peine dans le voisinage immédiat des appareils d'émission quand la brume enveloppe ces derniers. D'autre part, comme les brouillards n'ont pas une densité uniforme partout, il se produit dans leur masse des phénomènes de réflexion qui doublent quelquefois le signal et en modifient, par suite, la signification. Enfin, on a observé fréquemment que, lorsqu'on s'éloigne de l'appareil acoustique, on entre, à une certaine distance, d'ailleurs très variable avec le temps, dans une zone où le son ne parvient pas du tout, et qui s'étend parfois sur une largeur assez grande.

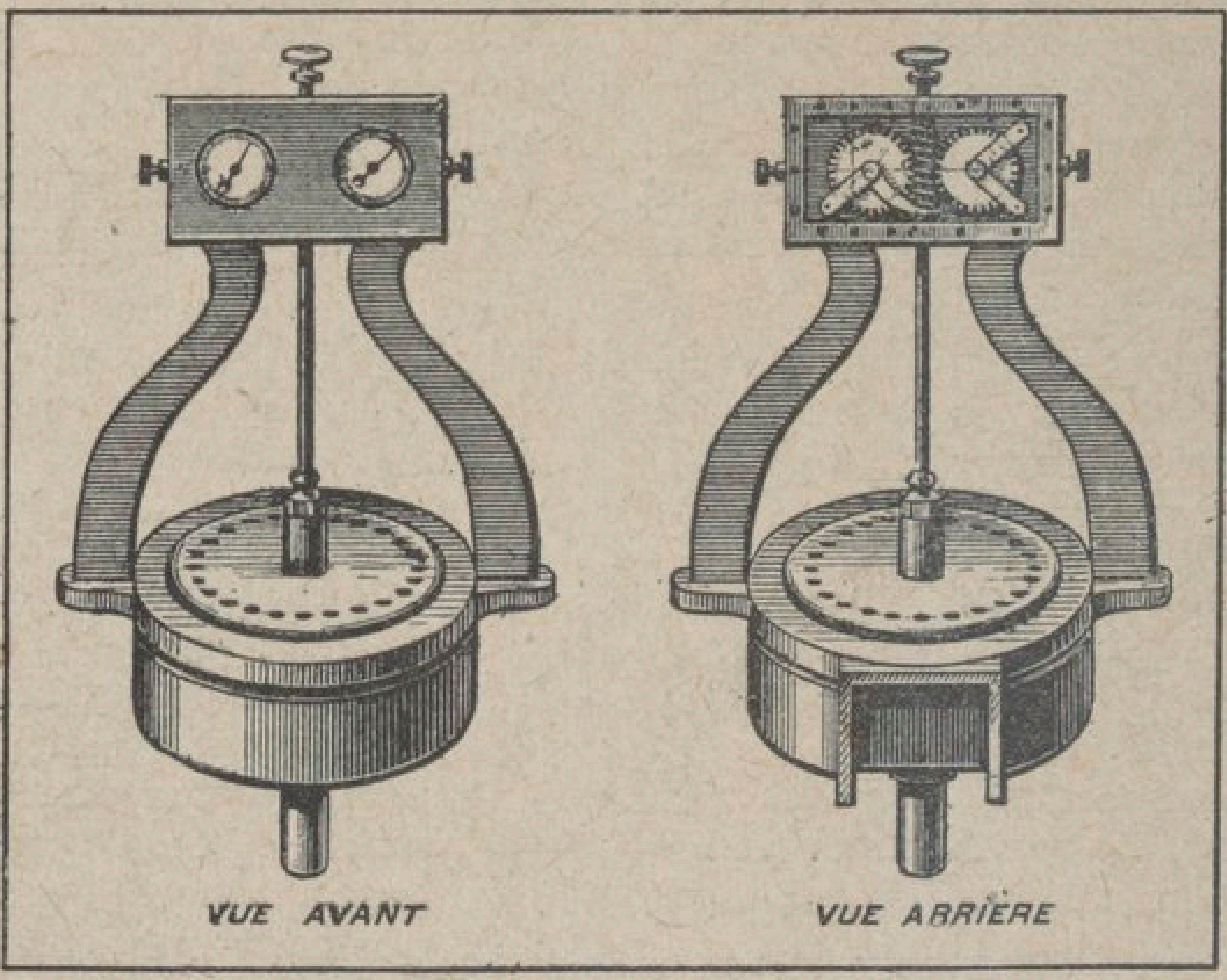



COUPE SCHÉMATIQUE DES PLATEAUX DE LA SIRÈNE CAGNIARD-LATOUR

*A, orifice de sortie de l'air du plateau supérieur P ; P', plateau fixe ; l'air comprimé arrivant en a actionne le plateau mobile.*

La vitesse de propagation des ondes sonores dans l'air est de 340 mètres à la seconde ; sous l'eau, elle atteint 1.434 mètres, soit 4,2 fois plus grande. De plus tandis que la diffusion du son dans l'air se produit d'une façon irrégulière, avec des variations subites de transmission telles qu'il est, dans certaines circonstances de temps, très difficile à un navire d'entendre un son puissant émis même à une courte distance, et d'en déterminer, même avec une grossière approximation, la direction de provenance et la distance de la source qui l'émet, la transmission dans l'eau s'opère d'une façon uniforme et dans une direction parfaitement rectiligne. Ainsi, le son d'une cloche de bonne dimension est perçu très distinctement à une distance d'au moins 12 kilomètres et qui peut même atteindre une portée de 30 kilomètres.

Le sifflet d'avertissement et d'alarme à vapeur, dont sont munies les locomotives et les chaudières de machines à vapeur, consiste en une cloche, ou timbre métallique, généralement en bronze, portée par une tige verticale dont les bords, taillés en biseau, sont placés à une petite distance au-dessus d'un vide annulaire ménagé entre eux et une espèce de godet demi-sphérique, également en bronze, et dont les bords sont dirigés vers le haut. Au moyen d'un robinet ou d'une petite soupape qui s'ouvre sous l'action d'un levier à portée de la main du mécanicien, celui-ci peut admettre de la vapeur dans la partie inférieure de l'appareil, laquelle vapeur s'échappe par la fente annulaire, et, en frappant contre les bords de la cloche, ou timbre, produit un son qui s'entend de très loin. Tout à fait différent d'aspect avec le sifflet, dont nous avons parlé plus haut, leur construction repose, en réalité, sur le même principe. Sur quelques chemins de fer, on a adopté deux sifflets de forme et de son différents pour distinguer les trains de voyageurs des trains de marchandises; les premiers à son aigu, et les seconds à son grave; cette différence est utile pour le service de l'exploitation.



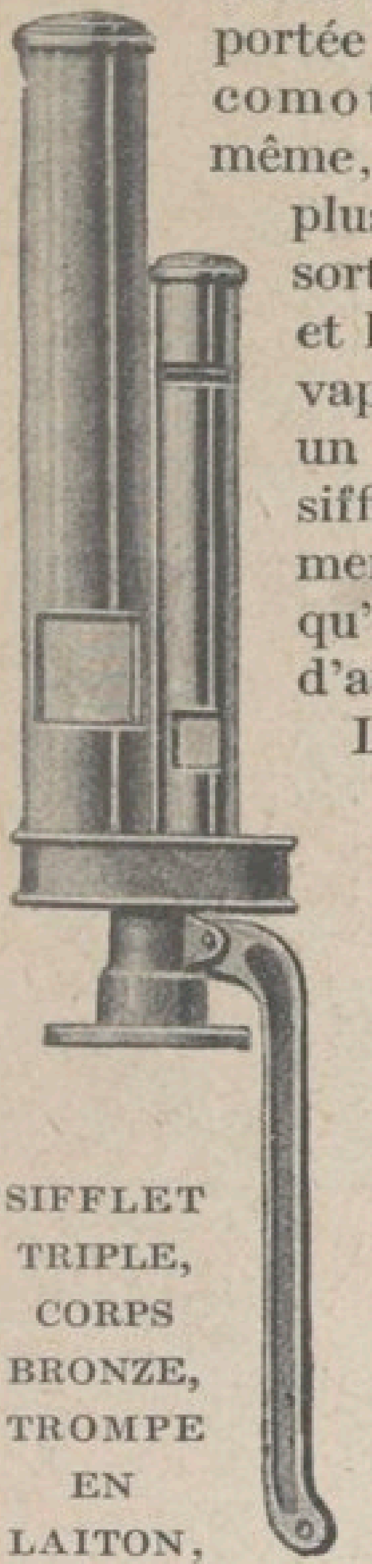

SIRÈNE CAGNIARD-LATOUR, AVEC SES DEUX CADRANS COMPTEURS DE TOURS

*L'air comprimé qui actionne la sirène arrive par le tube qu'on voit à l'extrémité inférieure de l'appareil.*

Sur certaines lignes de chemins de fer, il

roule des locomotives munies d'un sifflet électro-automoteur. Entre les deux rails se trouve étendu un madrier en bois, appelé crocodile, en communication avec une pile électrique et avec un disque. Quand celui-ci est à l'arrêt, la disposition est telle que la table du crocodile est chargée d'électricité positive. Lorsque la machine passe au-dessus, un balai métallique, qu'elle porte suspendu à sa partie inférieure, frotte sa surface, prend le courant qui vient désaimanter un électro-aimant contenu dans une boîte de la machine; alors l'armature de cet électro-aimant qui, auparavant, était attirée grâce au courant d'une petite pile portée par la locomotive elle-même, ne l'est plus; un ressort la relève et lui fait démasquer l'orifice de vapeur qui va au sifflet. C'est un élément de sécurité, car le sifflet fonctionne automatiquement, avertissant le mécanicien qu'il vient de dépasser le disque d'arrêt sans l'avoir aperçu.

SIFFLET A VAPEUR DU CUIRASSÉ FRANÇAIS « JEAN-BART »



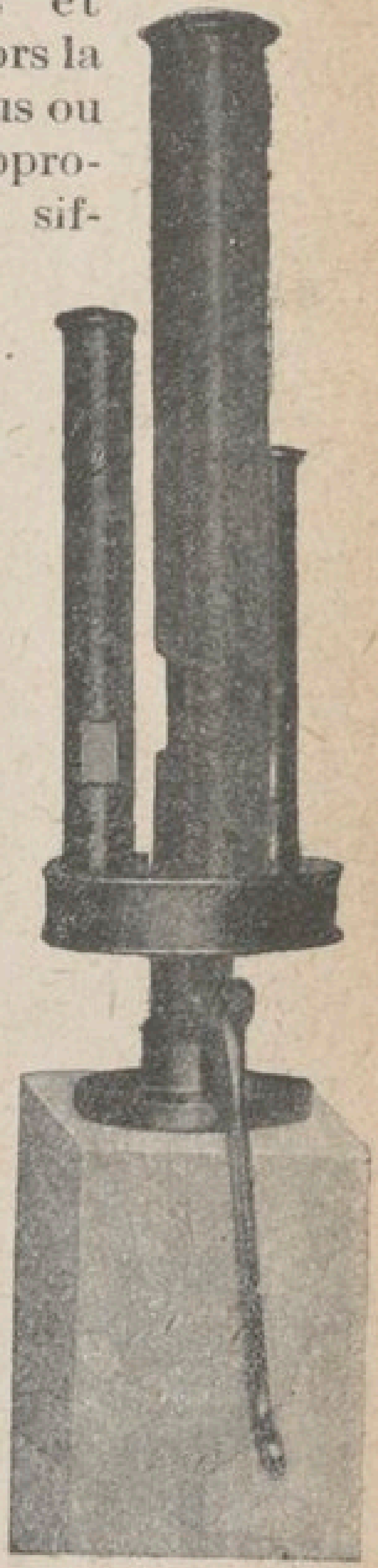
SIFFLET TRIPLE, CORPS BRONZE, TROMPE EN LAITON, DONNANT L'ACCORD PARFAIT

Les chaudières de machines fixes et marines sont également munies d'un sifflet d'alarme établi à peu près comme le précédent, mais dans lequel la sortie de la vapeur se fait automatiquement. A cet effet, l'orifice de sortie est intercepté par une soupape montée à la partie supérieure d'une tige dont l'extrémité inférieure porte un flotteur (Fig. p. 433).

Quand l'eau, dans la chaudière, baisse d'une quantité trop considérable au-dessous de la ligne de niveau, le flotteur descend, entraîne la tige et la soupape, et permet à la vapeur de passer par le canal du sifflet et de produire son effet. Le flotteur, dont le poids est assez lourd, et la tige, sont équilibrés; le contre poids et son levier, qui repose sur des couteaux métalliques, est placé, soit dans la chaudière, soit au dehors.

Le sifflet d'alarme à vapeur, utilisé comme instrument d'avertissement à distance, est, on le sait, d'un emploi général.

Des instruments de ce genre, analogues à ceux employés sur les locomotives, sont utilisés en assez grand nombre sur les côtes des Etats-Unis. Les autres pays s'en servent peu sur leurs côtes, à cause de leur faible rendement. Sur les navires de guerre, ils sont, au contraire, très employés et ils ont alors la forme plus ou moins approchée du sifflet à bouche (sauf l'embouchure, qui n'a pas besoin d'être taillée en biseau) avec, naturellement, des dimensions beaucoup plus considérables. Mus par la vapeur ou l'air comprimé, ils servent pour les commandements devant être entendus dans tout le navire, les signaux, etc.



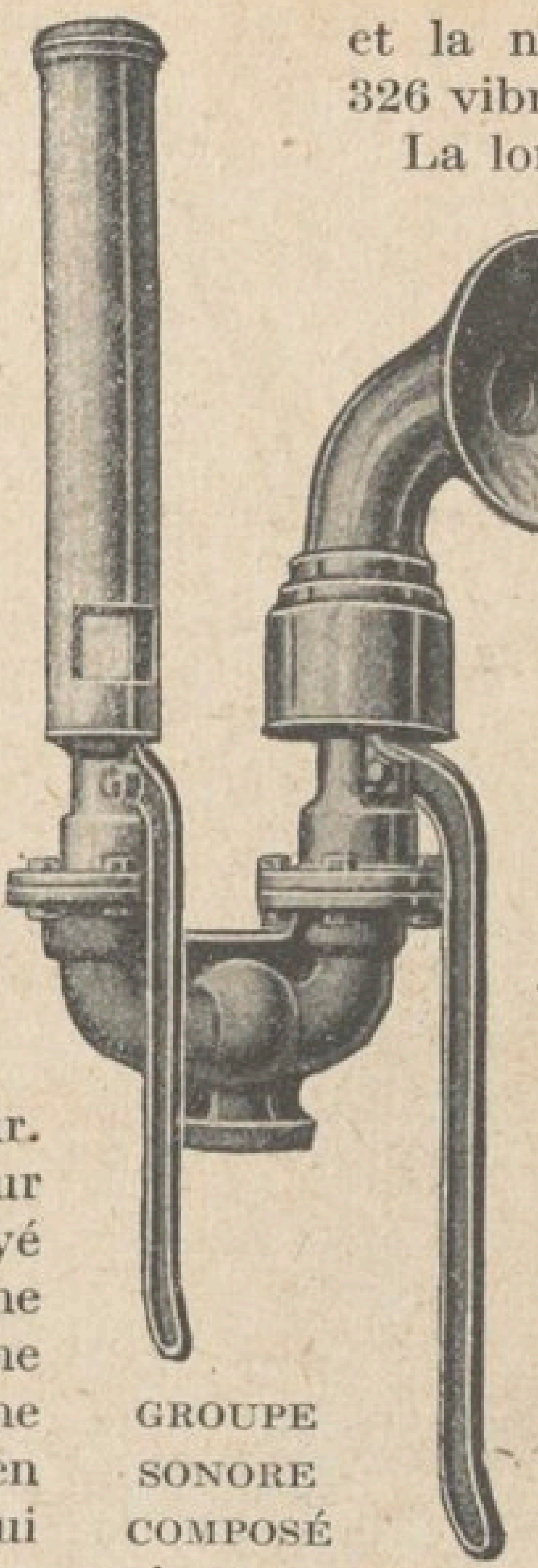
AUTRE SIFFLET TRIPLE

Le nouveau sifflet Maugars-Berangé, dénommé « Chantecler », fait mieux encore. Il donne à volonté des modulations inconnues jusqu'à ce jour. Il se compose de deux tubes concentriques rentrant l'un dans l'autre, à frottement doux, de façon à ne former qu'une seule chambre cylindrique pouvant s'allonger ou se raccourcir. Un ressort en spirale tend à maintenir le tube extérieur dans la position la plus élevée, donnant ainsi à la chambre cylindrique la plus grande capacité; le sifflet donnera alors le son le plus

grave. Mais, en agissant sur une cordelette fixée à la partie inférieure dudit tube, on le fait descendre, et la chambre, diminuant de longueur, produira le son le plus aigu. C'est entre ces deux limites et par un emploi judicieux de la cordelette, que l'on peut obtenir les modulations qui sont parfois du plus curieux effet, surtout si l'on y joint des tractions convenables sur la cordelette inférieure (Voir fig. 438), qui commande le robinet d'arrivée de vapeur. En tirant sur cette seule cordelette, on a le sifflet-orgue ; en tirant sur les deux en même temps, on a la sirène aux sons allongés, le sifflet à modulations et le hurleur.

L'avertisseur à anche est, sur nos côtes, beaucoup plus employé que le sifflet. Il se compose d'une boîte métallique présentant une ouverture latérale fermée par une anche vibrante en acier ou en bronze et qui communique avec un pavillon conique. Un son se produit chaque fois qu'on met cette boîte en communication avec un réservoir d'air comprimé, qui est habituellement à la pression de 1 kilogramme. L'anche est alternativement appliquée contre la boîte par la pression de l'air puis écartée par son élasticité. Elle prend un mouvement vibratoire auquel correspondent des émissions d'air successives dans le pavillon, et le son qui en résulte possède une hauteur dépendant de la période de vibration de l'anche et principalement de l'intensité du débit de l'air comprimé.

Ce débit, dans les instruments installés dans les grands ports, est de 200 litres par seconde de son, mesurés à la pression atmosphérique, et la note obtenue correspond à environ 326 vibrations complètes par seconde.

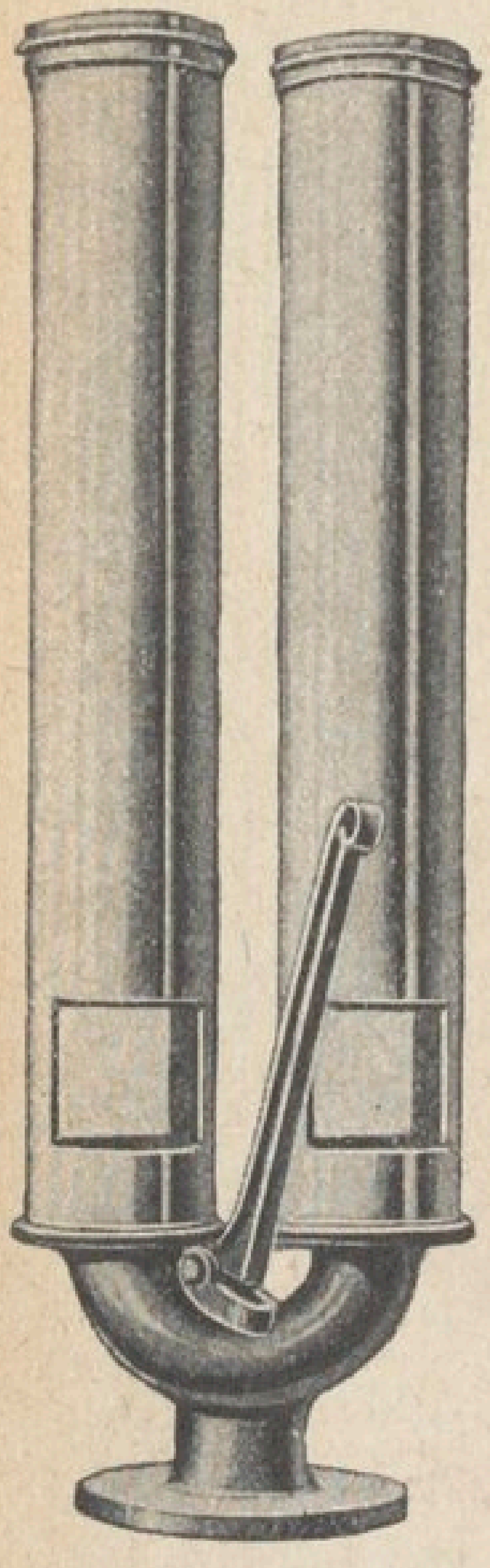


GROUPE SONORE COMPOSÉ D'UN SIFFLET ET D'UNE SIRÈNE

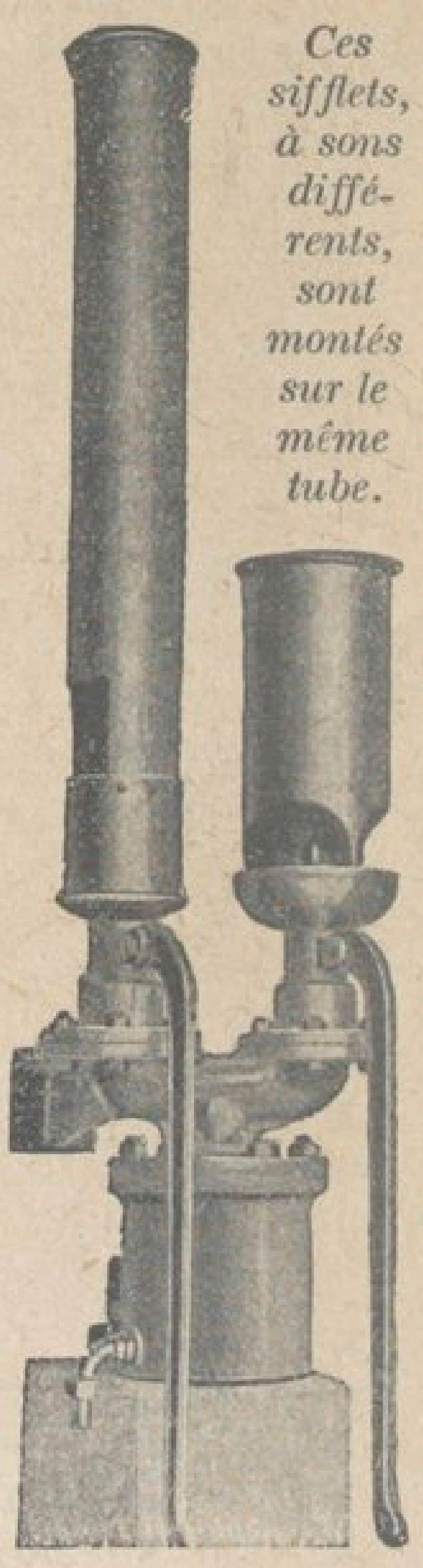
La longueur du pavillon, qui a été réglée par tâtonnements, de façon que sa note propre soit la même que celle de l'anche, est de 2 m. 35. D'autres instruments, pour des ports moins importants, ont des dimensions un peu plus réduites.

Le dispositif de commande des émissions consiste en une roue à cames soulevant à intervalles rythmés une petite soupape par laquelle on admet l'air comprimé au-dessus d'un diaphragme en caoutchouc, dont le déplacement ouvre la soupape d'accès de l'air dans la boîte. Dès que la petite soupape se referme, la grande est ramenée sur son siège par la tension d'un ressort. La roue à cames est mise en mouvement par le moteur, qui actionne le compresseur d'air, lequel reconstitue l'approvisionnement d'air comprimé dans le réservoir après chaque période de marche, de sorte que le signal puisse être mis instantanément en action dès l'apparition de la brume. La pression d'air est à 5 kilogrammes que l'on détend à 1 kilogramme pour faire fonctionner l'instrument pendant la mise en train du moteur, qui est généralement à pétrole.

Cet appareil d'avertissement, dit trompette à anche, fait un service satisfaisant et son rendement est assez bon. Néanmoins, on lui préfère, depuis un certain temps surtout, et dans beaucoup de circonstances (quoique le modèle récemment établi ne lui soit que très peu inférieur), la sirène qui, à égalité de force ou énergie dépensée, peut envoyer des sons plus loin, et qui peut fonctionner sans l'intervention de la va-



GROUPE COMPOSÉ DE DEUX SIFFLETS, OU SIFFLET DOUBLE, DONNANT LA TIERCE



*Ces sifflets, à sons différents, sont montés sur le même tube.*

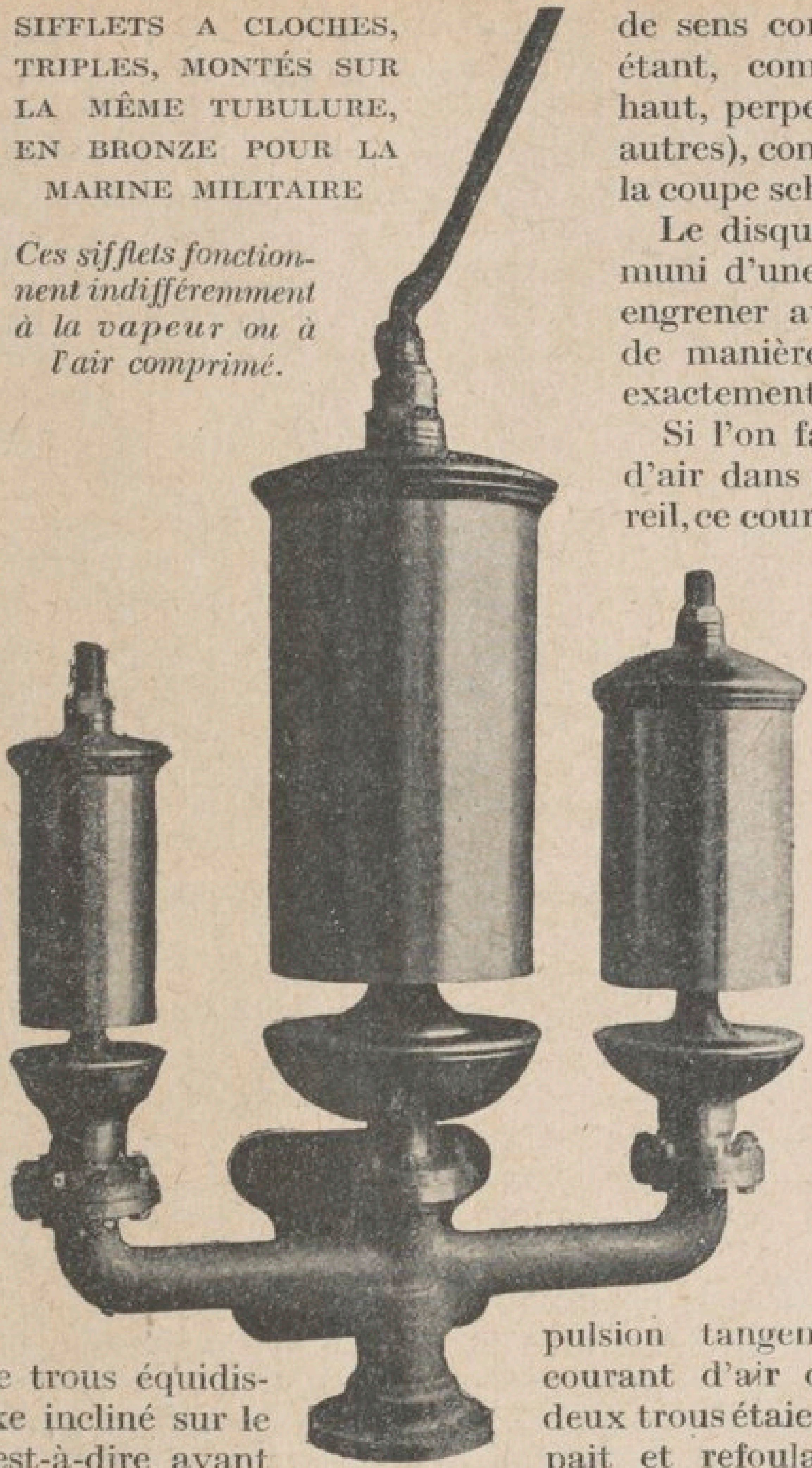
GROUPE COMPOSÉ D'UN SIFFLET SIMPLE ET D'UN SIFFLET A DOUBLE LUMIÈRE

peur ou de l'air comprimé.

La sirène, ainsi appelée parce qu'on peut lui faire rendre des sons sous l'eau, est un ingénieux appareil employé, soit dans les laboratoires de physique pour déterminer la hauteur des sons, soit pour faire des signaux sonores utilisés dans la marine en cas de brouillard ou à terre pour donner l'alarme ou des avertissements, des commandements, des indications, ou encore échanger des correspondances, etc.

Elle se compose essentiellement d'un tambour dans lequel on peut faire arriver un courant d'air par un tube que l'on monte sur une soufflerie. La face supérieure de ce tambour est formée par un disque fixe et percé de trous équidistants, qui ont leur axe incliné sur le plan de cette face, c'est-à-dire ayant une direction oblique ; au-dessus d'elle, et très près, est un disque mobile percé d'un nombre égal de trous inclinés aussi sur ledit plan, mais de manière que leur axe soit perpendiculaire à l'axe des trous fixes.

Les trous, dans les deux disques, sont disposés sur les contours de deux circonférences égales ; ils peuvent coïncider tous ensemble ou être en opposition, et, suivant l'un et l'autre cas, l'air, qui arrive de la soufflerie, passe ou est arrêté. De plus, leur direction est telle que, lorsqu'ils sont en regard les uns des autres, ils ont des inclinaisons de sens contraire (l'axe des uns étant, comme on l'a dit plus haut, perpendiculaire à celui des autres), comme on peut le voir sur la coupe schématique (fig. p. 434).



SIFFLETS A CLOCHES, TRIPLES, MONTÉS SUR LA MÊME TUBULURE, EN BRONZE POUR LA MARINE MILITAIRE

*Ces sifflets fonctionnent indifféremment à la vapeur ou à l'air comprimé.*

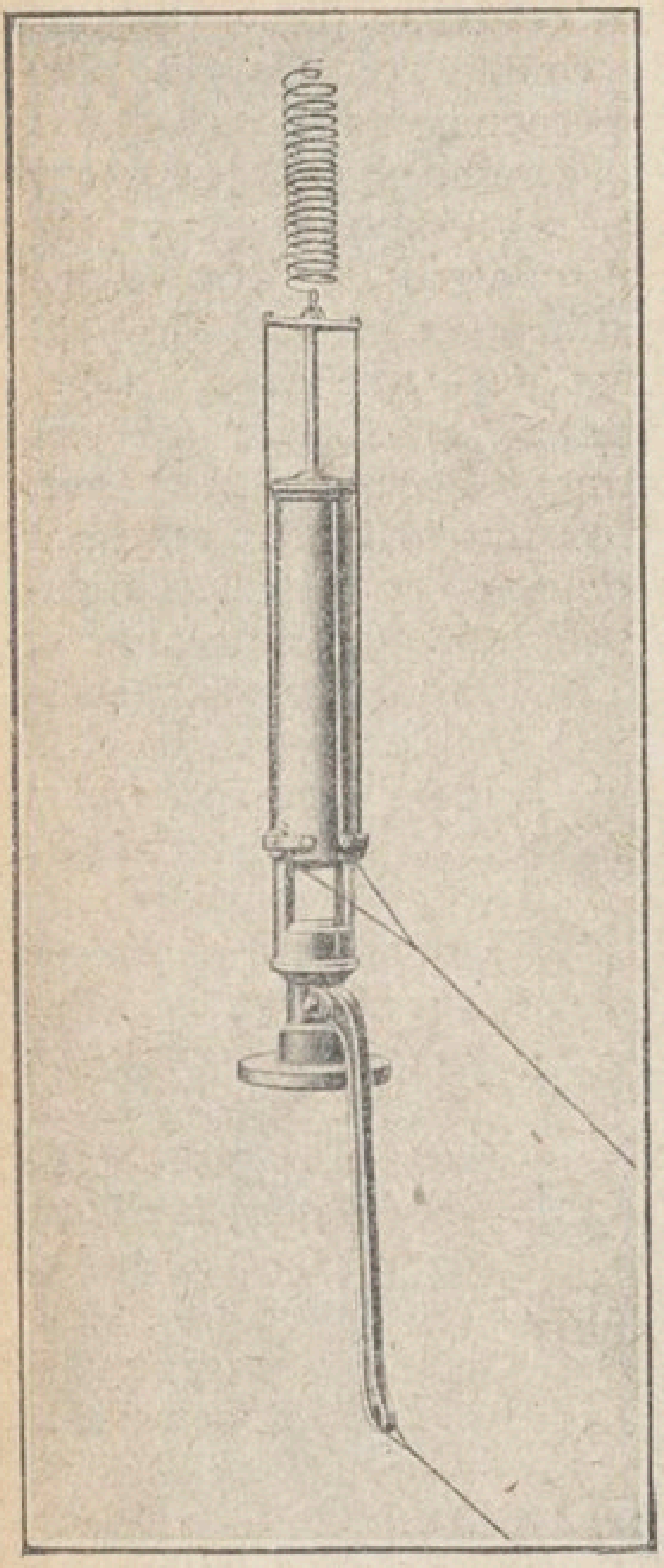
Le disque mobile porte un axe muni d'une vis sans fin qui peut engrener avec une roue dentée, de manière à la faire avancer exactement d'une dent par tour.

Si l'on fait arriver un courant d'air dans le tambour de l'appareil, ce courant, dirigé suivant *c' c*, va frapper perpendiculairement, en *a*, la face opposée du trou *A*, pratiqué dans le disque mobile ; la force *ac*, qu'il exerce sur ce disque, peut se décomposer en deux : l'une, *ad*, qui est sans effet puisqu'elle tend à soulever ledit disque mobile, ce qui est impossible en raison de sa construction et de son mode de fixation ; l'autre, *ab*, qui l'entraîne et le fait tourner, lui imprimant une impulsion tangentielle. Mais alors le courant d'air qui, pendant que les deux trous étaient superposés, s'échappait et refoulait l'air extérieur, se trouve interrompu dès qu'une partie pleine du disque mobile vient se superposer au trou fixe. L'air extérieur revient donc en arrière : de ce double mouvement résulte une vibration complète.

TROMPETTE A ANCHE, AVEC PAVILLON HORIZONTAL

*Cette trompette est utilisée à bord de nombreux navires de commerce.*

Si chacun des deux disques porte 24 trous également espacés, les 24 trous du disque supérieur mobile se superposeront en même temps aux 24 trous du disque inférieur fixe, et la vibration de l'air extérieur se produira en 24 points. Il en sera de même — et cela s'explique aisément — pour un nombre quelconque de trous.



LE NOUVEAU SIFFLET A MODULATIONS SYSTÈME MAUGARS-BÉRANGÉ

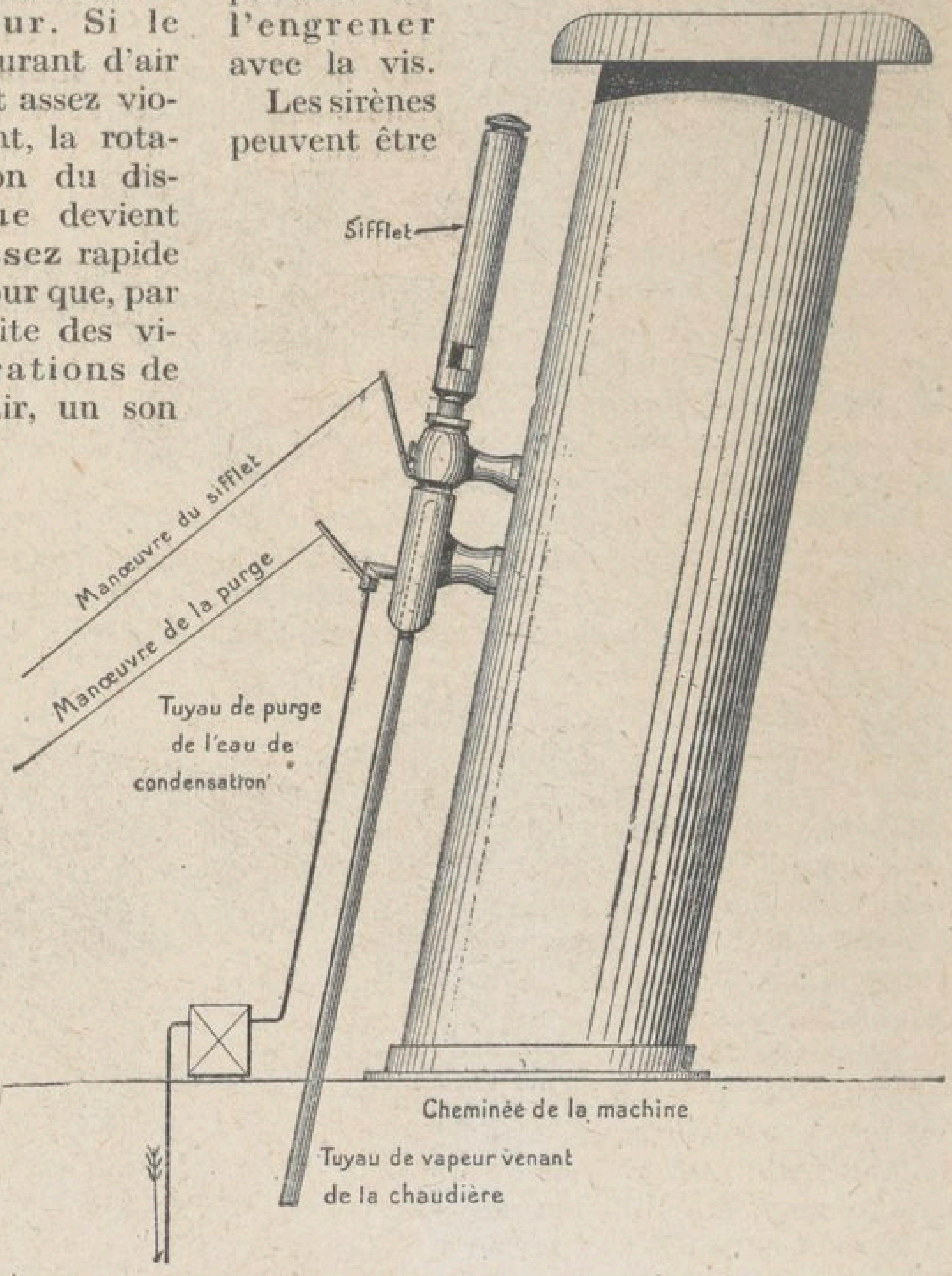
*C'est le « Chantecler ». En tirant sur la corde inférieure on a le sifflet-orgue, et en tirant sur les deux cordes en même temps, on a la sirène, le sifflet à modulations et le hurleur.*

Mais le disque mobile continuant à tourner, le courant d'air va se trouver établi chaque fois qu'il y aura superposition des trous, et il sera interrompu dès qu'ils cesseront de coïncider. Par conséquent, le disque supérieur ayant 24 trous, il y aura eu 24 vibrations complètes quand il aura fait un tour. Si le courant d'air est assez violent, la rotation du disque devient assez rapide pour que, par suite des vibrations de l'air, un son se produise, lequel peut être maintenu à une hauteur constante en réglant le robinet de communication entre la soufflerie et le tambour. Or, si l'on veut mesurer le nombre de vibrations exécutées pendant un temps donné, une seconde, par exemple, par un son déterminé, on produit ce son, et, en même temps, on fait passer le vent dans la sirène de manière à lui faire produire un son de hauteur égale à celle du son donné. Quand on a obtenu l'unisson, le nombre de vibrations de ce son est égal au produit de 24 par le nombre de tours et de fractions de tour que le disque mobile de l'instrument effectue pendant l'espace d'une seconde.

Rien de plus facile que de connaître ce nombre puisque, ainsi qu'on l'a dit, le disque mobile porte une vis sans fin qui engrène avec une roue dentée. La rotation du disque fait tourner la roue, et, par suite, une aiguille portée par l'axe de cette roue, et qui parcourt un cadran partagé en autant de divisions égales que la roue porte de dents. Chaque division du cadran correspond à un tour du disque mobile, c'est-à-dire à 24 vibrations complètes ; un tour de la roue correspond donc mathématiquement à 2.400 vibrations.

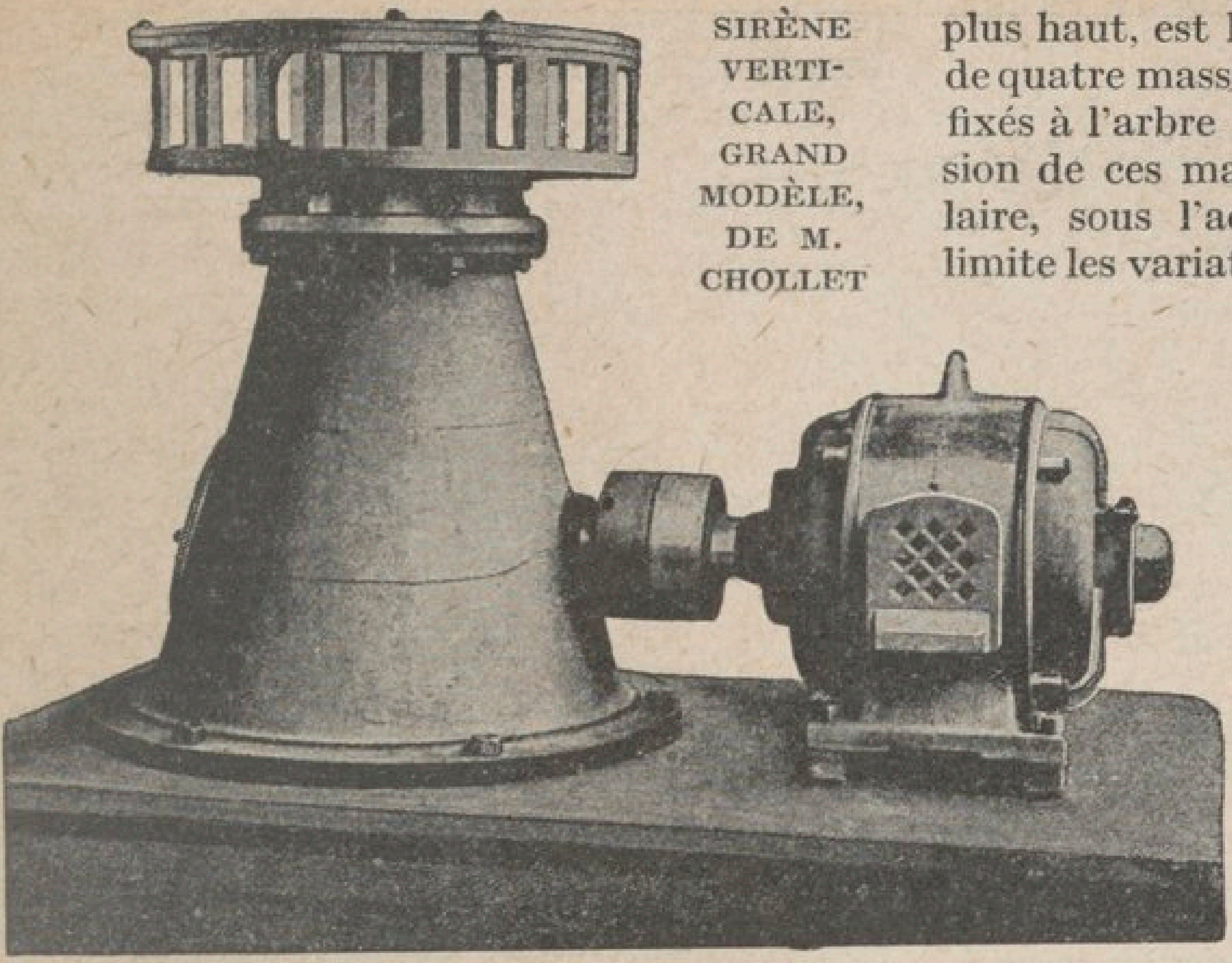
Les révolutions de cette première roue sont, de leur côté, comptées par une seconde roue voisine, qui a aussi son aiguille et son cadran, par le moyen d'un taquet porté par la première roue, et qui vient, à chaque tour, pousser d'une dent la seconde roue. De plus, à l'aide d'un bouton, on peut désengrener cette seconde roue, et un second bouton permet de l'engrener avec la vis.

Les sirènes peuvent être




MONTAGE DU SIFFLET SUR LA CHEMINÉE D'UN NAVIRE

*La réception d'eau est placée sur le tuyau de purge, lequel descend à la soupape de la chaudière. (Dessin non à l'échelle.)*



SIRÈNE VERTICALE, GRAND MODÈLE, DE M. CHOLLET

*Cette sirène est montée sur support blindé ; elle est actionnée par une dynamo calée sur l'arbre, avec pignon d'angle dans le socle.*

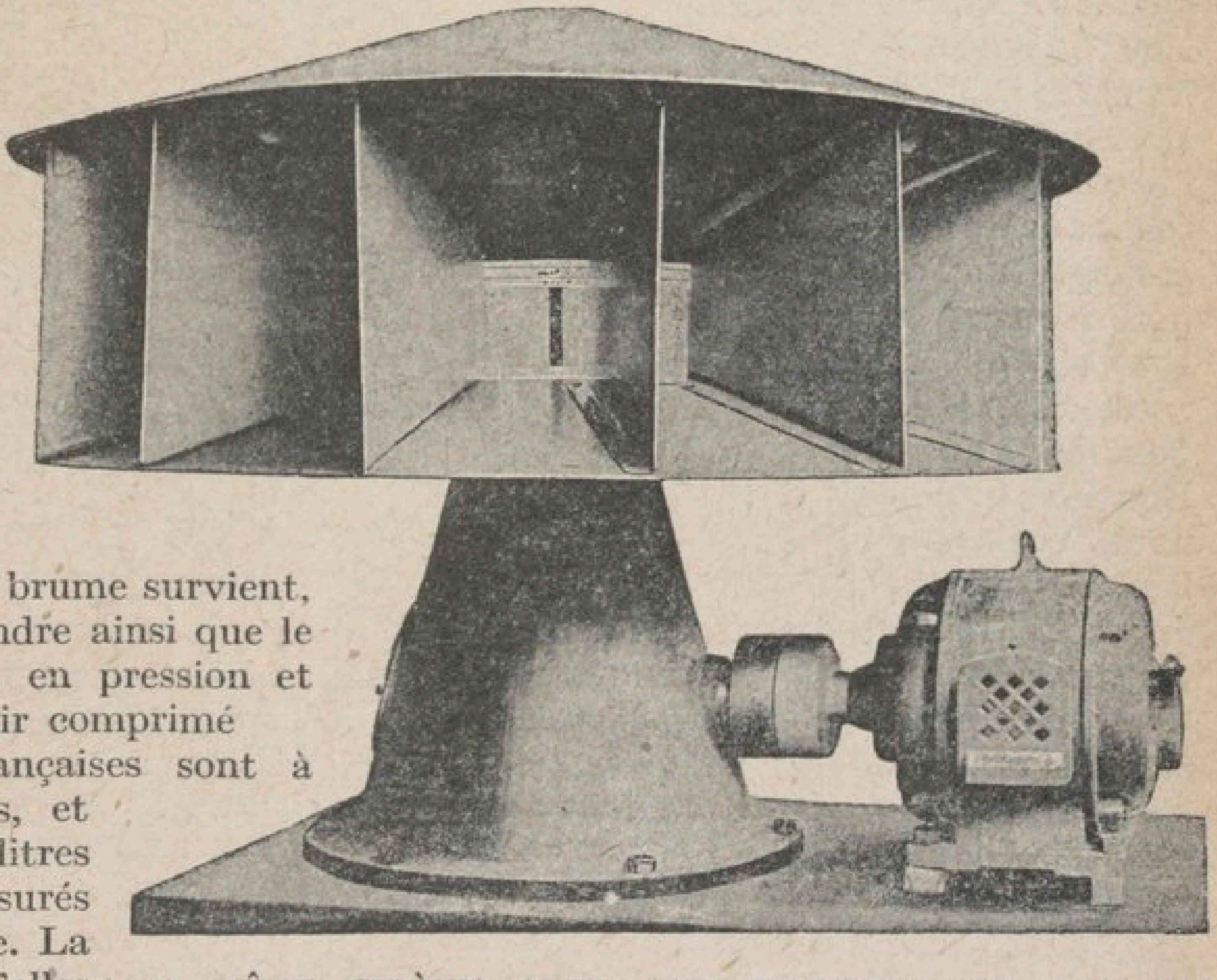
mues à la vapeur ou à l'air comprimé ; sur les bateaux, c'est généralement à la vapeur qu'elles marchent, et, dans les phares, c'est au contraire le plus souvent l'air comprimé que l'on emploie. Le son de la sirène pour signaux de marine est intermittent ; il dure trois secondes et se répète de minute en minute ; les intermittences sont produites par un mouvement d'horlogerie. L'air comprimé est utilisé sous une pression de 2 atmosphères, mais on l'emmagasine sous une pression de 15 atmosphères dans des récipients de 5 m. cubes et on emploie un détendeur où la pression est ramenée à 2 atmosphères. Bien que la sirène fonctionne seulement trois secondes par minute, elle absorbe un travail de 6 à 7 chevaux-vapeur.

Les réservoirs d'air sont assez grands pour pouvoir faire fonctionner la sirène dès que cela devient nécessaire, c'est-à-dire quand la brume survient, même inopinément, et attendre ainsi que le moteur qui l'actionne soit en pression et renouvelle la provision d'air comprimé

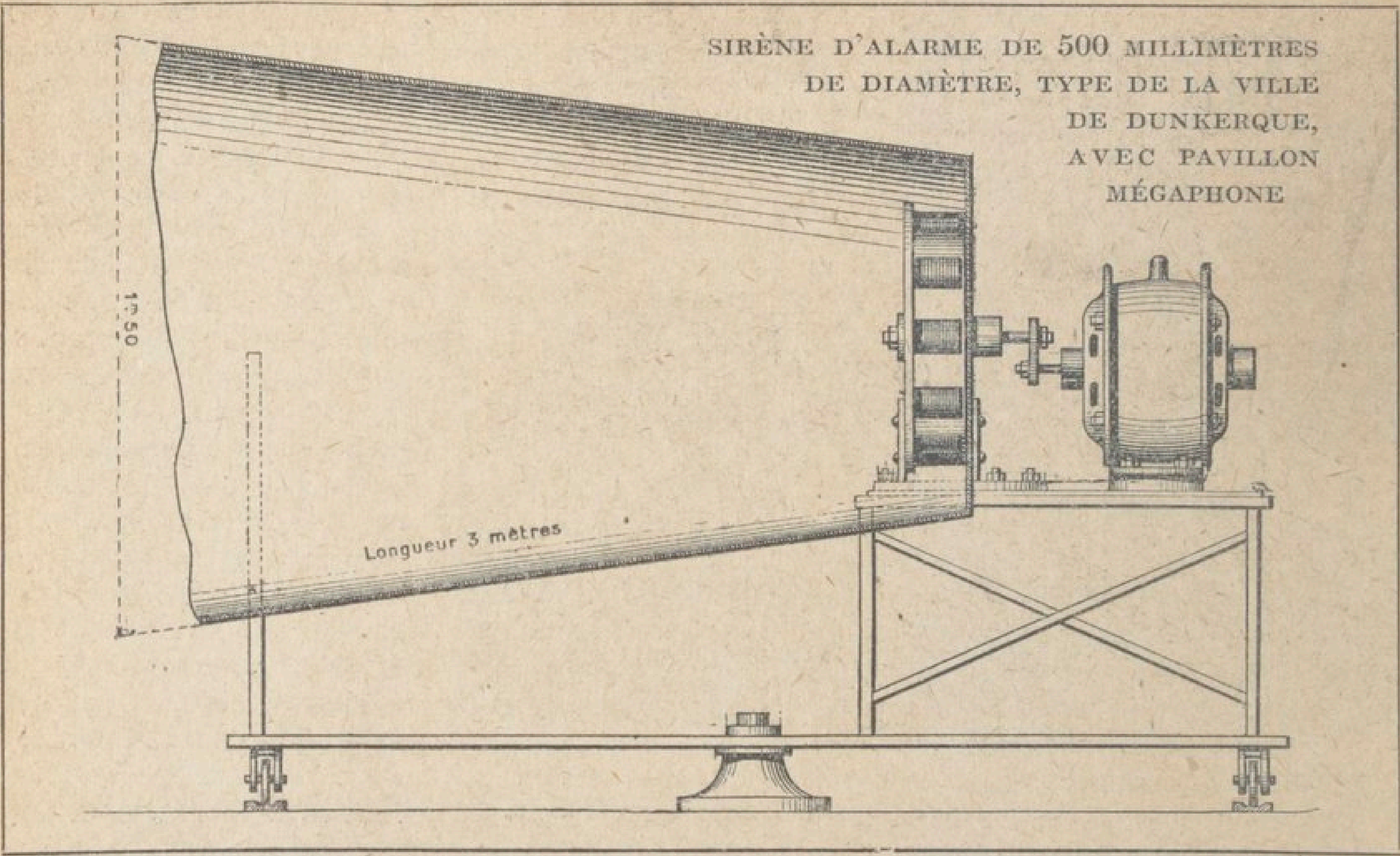
Les sirènes marines françaises sont à simple note, automatiques, et consomment environ 400 litres d'air par seconde de son, mesurés à la pression atmosphérique. La régularisation de la note qu'elles donnent qui, ainsi qu'on l'a dit plus haut, est le *mi* 3, est obtenue au moyen de quatre masses mobiles portées par des bras fixés à l'arbre du cylindre rotatif. La pression de ces masses contre un chemin circulaire, sous l'action de la force centrifuge, limite les variations de la vitesse de rotation du cylindre, lesquelles pourraient résulter des variations de la pression, quoique, dans la pratique, la pression dans le réservoir d'air comprimé, en raison de sa grande capacité, n'y varie, pendant l'émission du son, que de 0 kg. 25 au plus, ce qui ne peut produire que des variations de la note complètement insensibles à l'oreille.

En Angleterre et en Ecosse, on emploie des sirènes à deux notes, l'une haute et l'autre basse, et, pour couvrir un certain arc d'horizon, on associe synchroniquement, par un engrenage commun, deux sirènes semblables en orientant leurs pavillons dans des directions différentes, distantes de 120 degrés.

Les sirènes de construction plus récente ont leur cylindre mobile placé dans l'intérieur de la boîte. Une de leurs faces — et parfois les deux, dans le cas de sirènes doubles — porte des nervures ou cloisons radiales formant un compartimentage dans lequel l'air est capté pour être ensuite lancé avec vio-

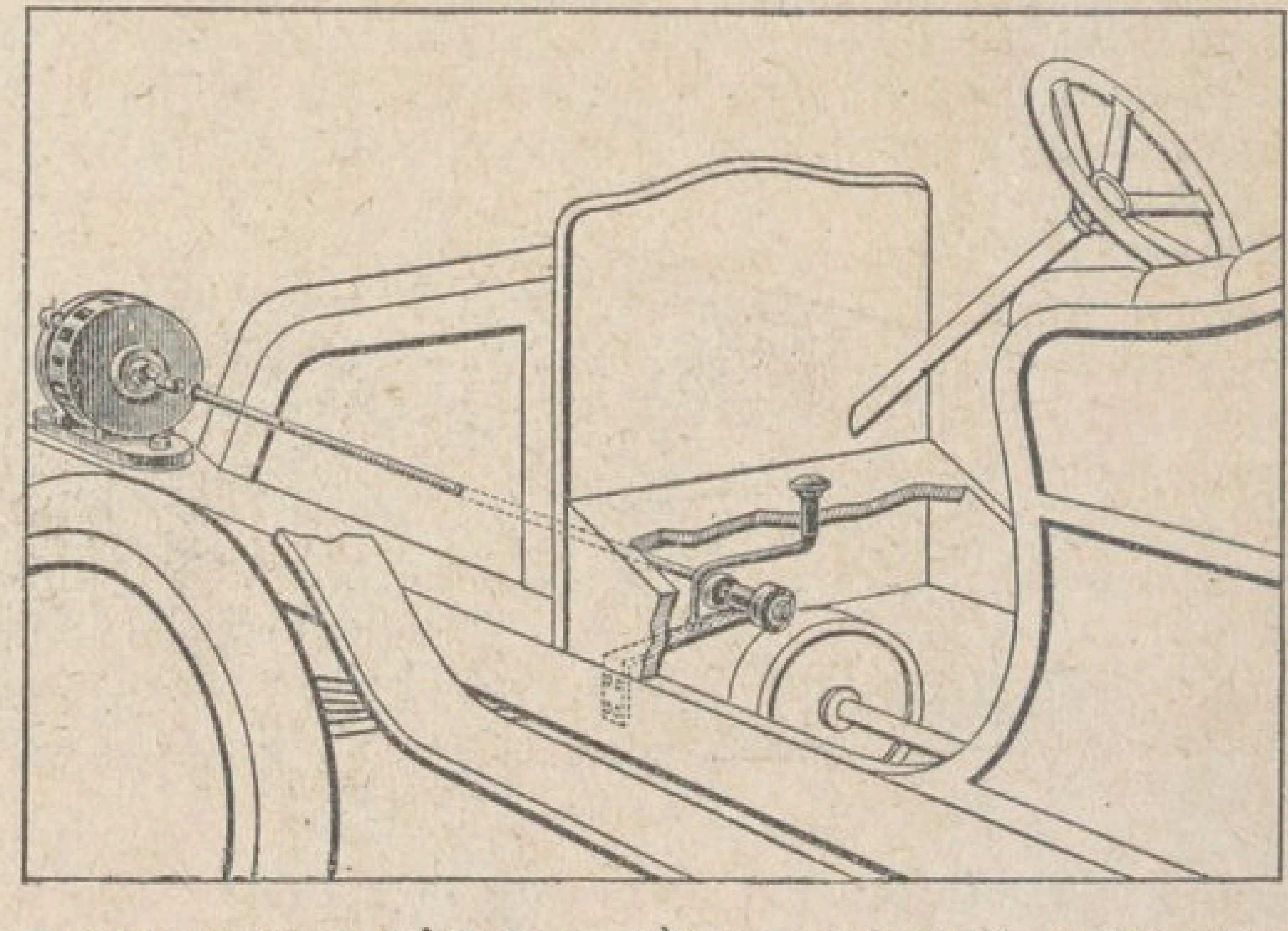


LA MÊME SIRÈNE AVEC AMPLIFICATEUR DE SON EN TOLE ET SURMONTÉE D'UN TOIT-ABRI CONIQUE




*D'après le constructeur, cette sirène donne au son une portée de 7 à 8 kilomètres. Le montage sur un socle à pivot et sur un bâti muni de roulettes permet à l'appareil de faire un tour complet d'horizon.*

lence, par l'effet de la force centrifuge, dans les fentes de la paroi cylindrique. Montés sur roulements à billes, les cylindres font de 2.000 à 8.000 tours par minute, suivant la nature de l'appareil. Le mouvement rotatif leur est communiqué par des transmissions mécaniques telles que les engrenages multiplicateurs, la courroie et la poulie, le câble flexible, genre Bowden, la dynamo calée sur l'arbre. Dans les appareils montés sur automobiles, on emploie souvent un système automatique d'entraînement qui se compose d'un galet garni de cuir chromé qui, par le moyen d'une pédale au pied, vient s'appliquer sur le volant du moteur, lequel le fait, par friction, tourner à grande vitesse. Une courroie et des poulies communiquent le mouvement rotatif à l'appareil, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un câble flexible, comme dans les autos du service des sapeurs-pompiers de la ville de Paris.

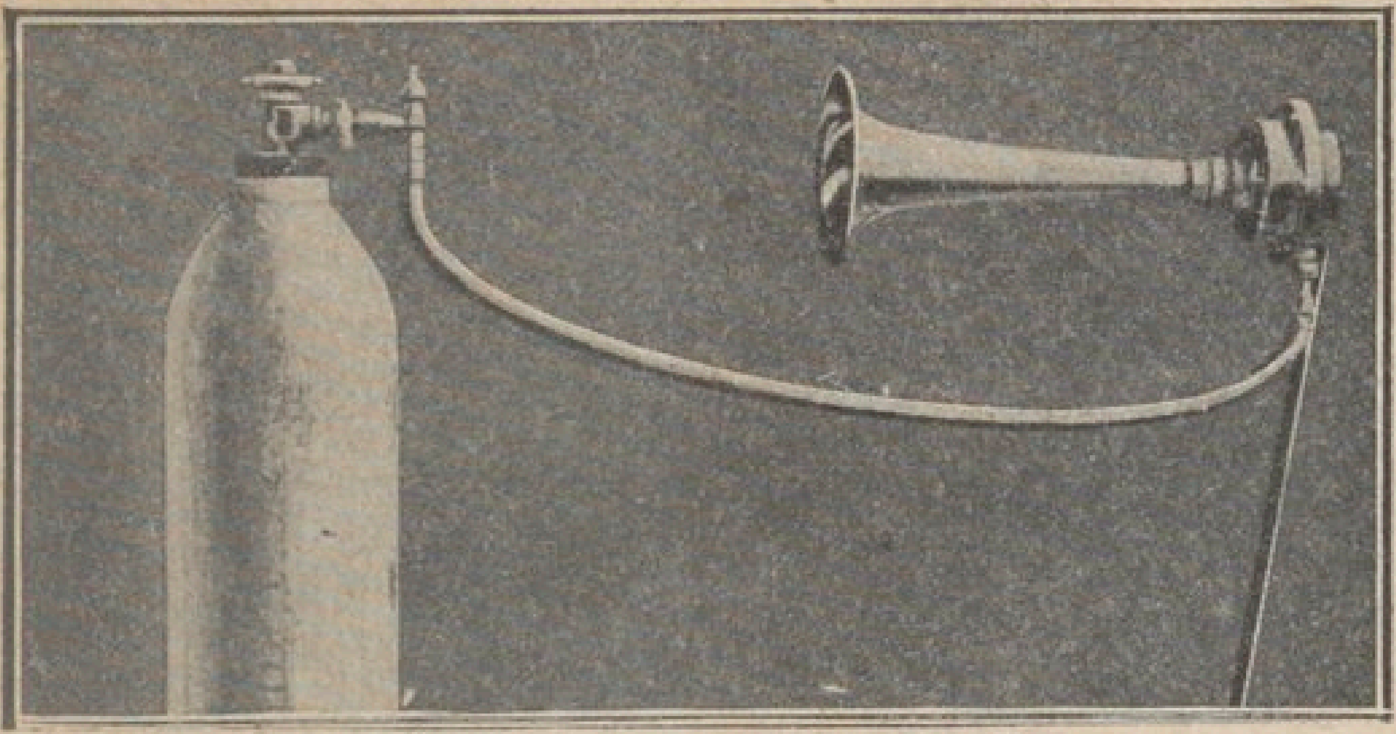


INSTALLATION D'UNE SIRÈNE SUR UNE AUTO DES SAPEURS-POMPIERS DE LA VILLE DE PARIS

*En appuyant sur la pédale, un galet garni d'un cuir vient en contact du volant du moteur qui l'entraîne; le mouvement de rotation est transmis à l'appareil, placé à l'avant de la voiture, par un câble souple genre Bowden.*

Quand on emploie la vapeur ou l'air comprimé, le cylindre mobile porte un aubage convenable, comme dans la turbine à vapeur.

Une sirène qui mérite d'être signalée pour son originalité est celle brevetée par M. Chollet, sous le nom de « Télégraph » à signaux. Elle a d'abord l'avantage d'émettre des sons brefs analogues à ceux d'un sifflet à vapeur; l'attaque



LE « TÉNOR » A SIMPLE PAVILLON, DE M. CHOLLET

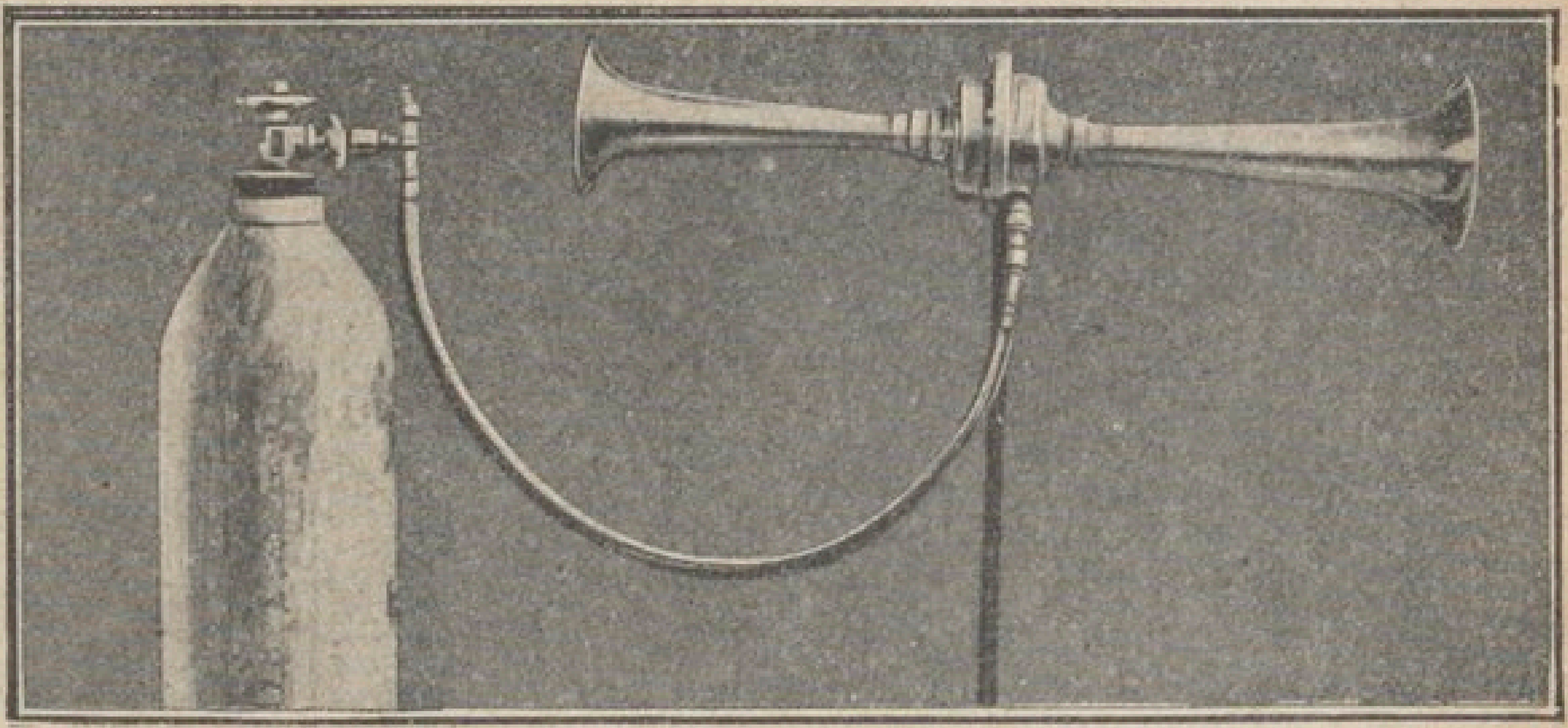
*L'appareil est relié par un tube à un réservoir d'air comprimé.*

des sons est instantanée, avec suppression complète du son lugubre. Dans les photographies que nous donnons plus loin, à la page 444, la figure 4 la représente à l'arrêt. Dans cette position, même si la turbine ou cylindre mobile tourne, on n'obtient aucun son.

Qnand la sirène « télégraph » est en position de marche, les **orifices de rupture** de l'enveloppe étant en rapport avec la turbine en rotation, c'est-à-dire le cylindre supérieur étant abaissé sur le cylindre inférieur, l'appareil émet des sons. On comprend facilement que, pour obtenir des sons plus ou moins prolongés ou plus ou moins brefs, il suffit de maintenir la poignée abaissée pendant un temps plus ou moins long ou de la faire alternativement descendre ou remonter plus ou moins rapidement.

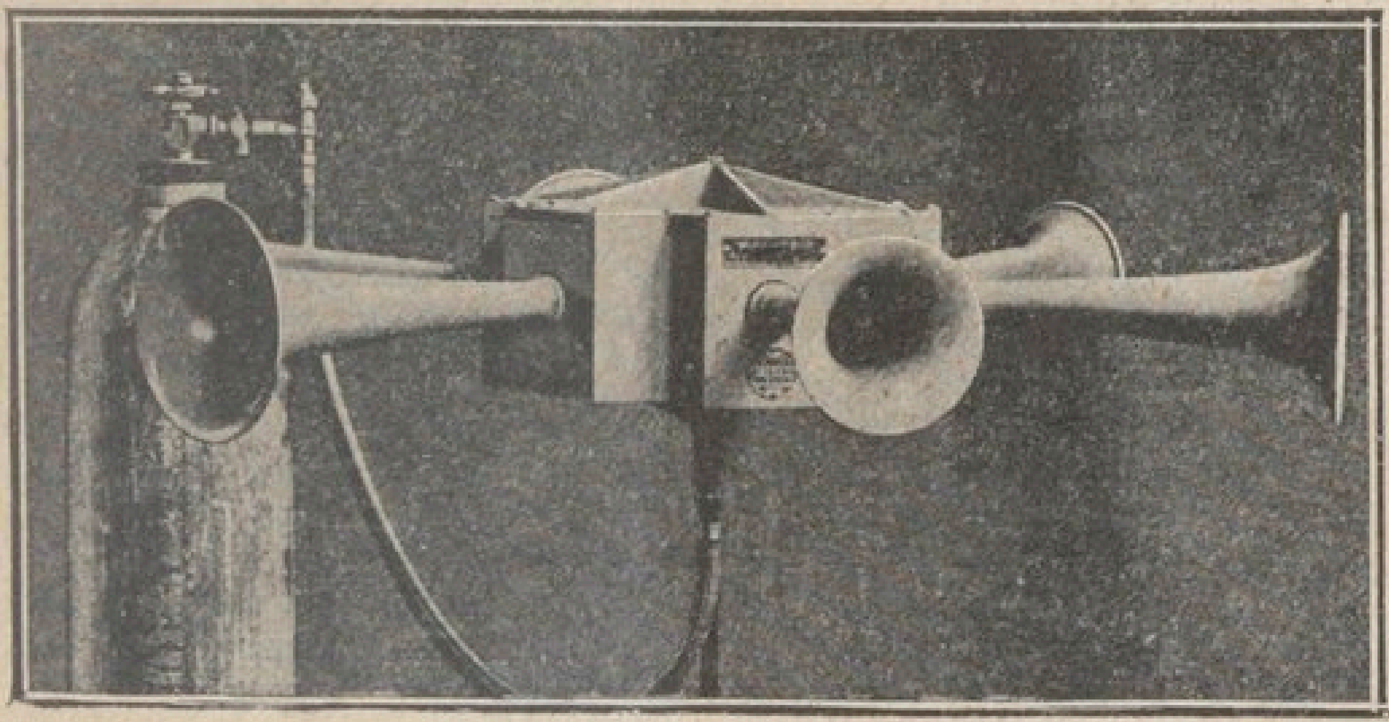
L'application de cette sirène sur les automobiles militaires peut servir à transmettre des ordres au loin avec code secret. Il en est de même pour les dirigeables et les aéroplanes, qui peuvent, en outre, l'utiliser pour envoyer des dépêches sonores soit à terre (ce qui est susceptible, souvent, de leur éviter d'être obligés d'atterrir), soit à d'autres véhicules aériens; ou bien, aussi, pour demander par ce moyen des secours, prévenir pour l'atterrissage, etc. D'ailleurs, des expériences sont actuellement faites dans ce sens, dont il n'est pas encore possible de parler.

Les jets d'air interrompus qui, dans la sirène, produisent le son, peuvent être obtenus par d'autres dispositifs. M. Ribière en a employé un qui consiste en un cylindre en communication avec l'air comprimé et dans lequel se meut un piston exposé sur une de ses faces à la pression de cet air, et, sur l'autre à l'action d'un ressort. Sous cette double action, le piston prend un mouvement alternatif dans lequel il découvre et couvre successivement des orifices ménagés dans la paroi du cylindre et par lesquels l'air comprimé s'échappe à l'extérieur. D'autre part, la « Canadian Fog Signal Company » a construit, sous le nom de « diaphone », un instrument d'un genre analogue, dans lequel un piston creux, percé de fentes circulaires suivant des plans équidistants perpendiculaires à l'axe, se meut dans un cylindre percé lui-même de fentes correspondantes, qui sont alternativement couvertes et découvertes par le mouvement du piston, mouvement produit par des admissions et



LE « TÉNOR » POSSÈDE ICI UN DOUBLE PAVILLON

*Il envoie des signaux d'alarme dans deux directions opposées.*



LE « TÉNOR » CHOLLET A SIX PAVILLONS

*Cet appareil multiple envoie des sons dans toutes les directions.*

échappements d'air dans une tête spéciale qu'il présente à l'une de ses extrémités.

Il est clair que l'on peut concevoir d'autres arrangements de même espèce, ayant tous comme principe la production d'échappements successifs d'air comprimé dans la libre atmosphère.

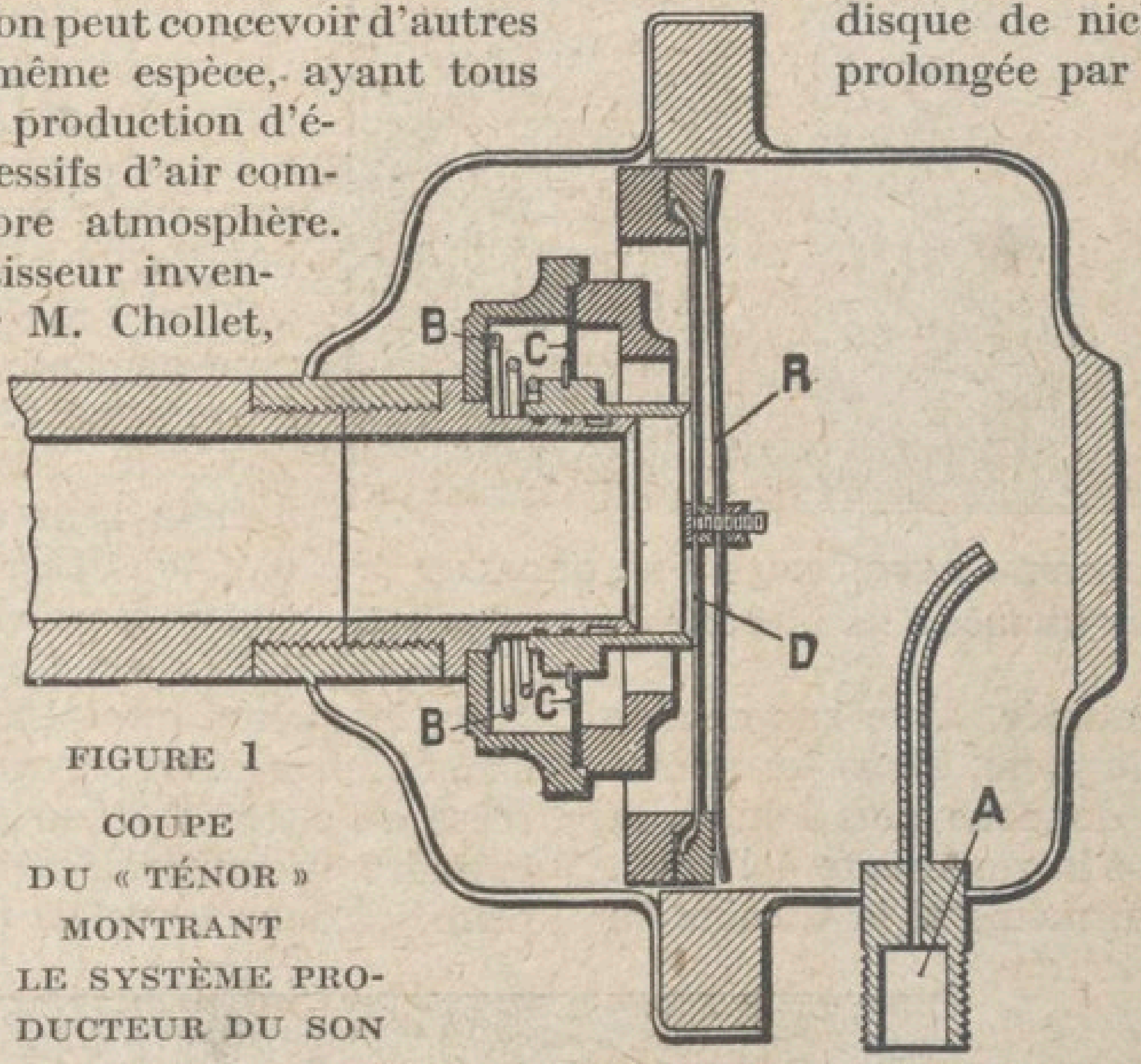



FIGURE 1
COUPE
DU « TÉNOR »
MONTRANT
LE SYSTÈME PRODUCTEUR DU SON

*Dans la figure 1, le tube coulissant est appliqué sur le disque de nickel et ferme le passage de l'air. L'appareil est au repos.*

L'appareil avertisseur inventé et breveté par M. Chollet, dénommé le « ténor », et dont nous donnons les photographies et le dessin en coupe, ressemble plutôt, extérieurement, à une trompette qu'à une sirène; il se rapproche cependant beaucoup plus de celle-ci par le principe sur lequel il repose et par son mode de fonctionnement, qui est, comme on vient de le dire, la production d'échappements successifs d'air comprimé dans l'atmosphère.

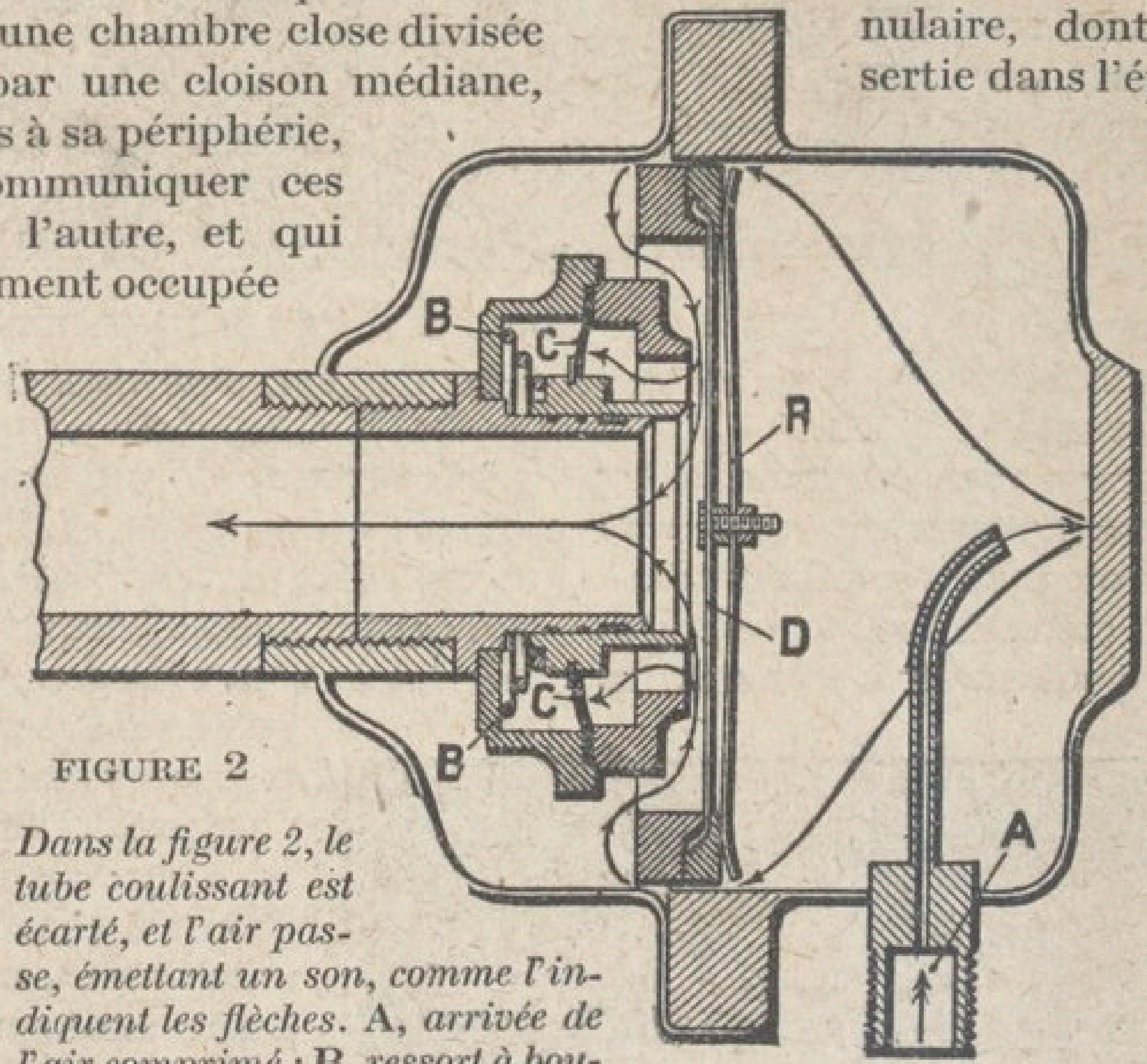


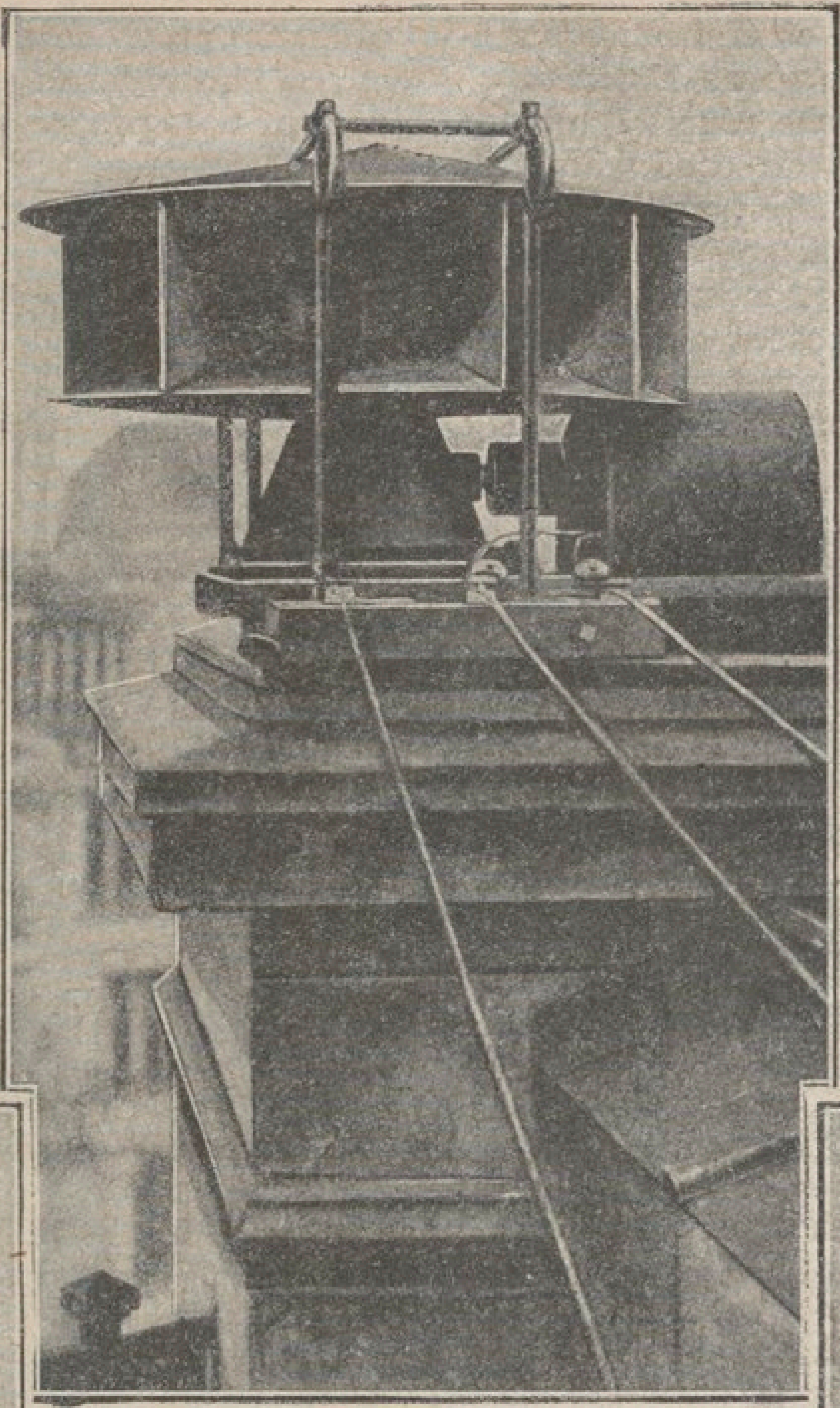

FIGURE 2

*Dans la figure 2, le tube coulissant est écarté, et l'air passe, émettant un son, comme l'indiquent les flèches.* A, *arrivée de l'air comprimé ;* B, *ressort à boudin maintenant le tube coulissant au contact du disque de nickel ;* CC, *membranes annulaires élastiques, solidaires du tube coulissant et sur lesquelles agit l'air comprimé ;* D, *disque mince en nickel très dur ;* R, *lame de ressort en forme de pont, appuyant sur le centre du disque* D *par l'intermédiaire d'une vis réglable à volonté.*

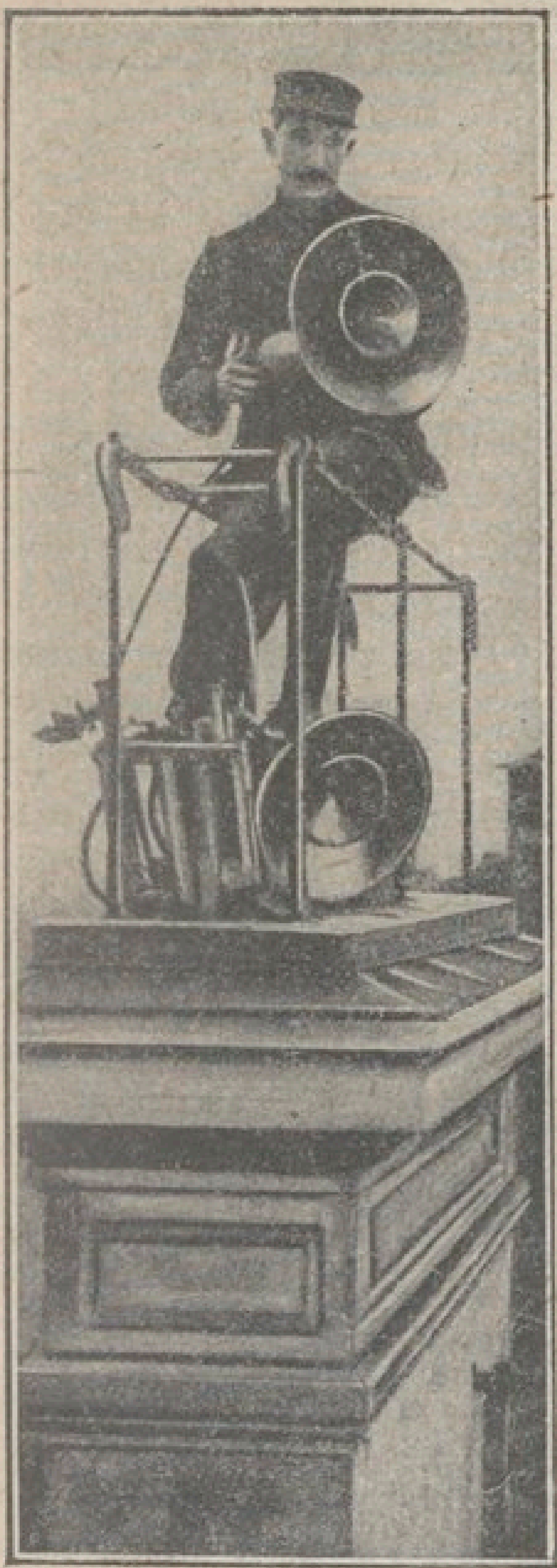
Il se compose d'une chambre close divisée en deux parties par une cloison médiane, percée d'ouvertures à sa périphérie, lesquelles font communiquer ces parties l'une avec l'autre, et qui est presque entièrement occupée par un disque mince en nickel dur recevant sur ses deux faces la pression uniforme d'air envoyée par la pompe. Dans la partie antérieure de cette chambre, une lame de ressort en forme de pont appuie sur le centre de ce disque par l'intermédiaire d'une vis réglable, afin d'éviter qu'il ne soit déprimé dans une trop grande mesure. Dans la partie postérieure de la chambre, c'est-à-dire de l'autre côté du disque, vient faire saillie l'embouchure du pavillon ; une distance d'un ou deux centimètres la sépare du disque de nickel, mais elle est prolongée par un tube très court en bronze, concentrique, qui peut coulisser sur elle à frottement doux, et qui vient appliquer son bord antérieur sur la surface du disque de nickel, de sorte qu'il ferme le passage exis ant entre la partie postérieure de la chambre et l'intérieur de la trompette. L'étanchéité complète est obtenue par un segment.

Un ressort à boudin, par la pression qu'il exerce sur lui, le maintient dans cette position de fermeture. De plus, il est solidaire d'une membrane élastique annulaire, dont la périphérie est sertie dans l'épaisseur de la paroi de la chambre, et qui lui permet un déplacement d'avant en arrière ou d'arrière en avant d'un ou deux millimètres. Quand l'air comprimé arrive dans la partie antérieure de la chambre, un tube recourbé le lance sur la face opposée à celle où se trouve le disque de nickel laquelle le répartit uniformément sur ce disque et sur la cloison percée d'ouvertures qui forme son pourtour ; il pénètre ensuite dans la partie postérieure de la chambre en passant par les dites ouvertures de communication, et, là,

quand il a acquis une pression suffisante pour vaincre la résistance que lui oppose le ressort à boudin maintenant le tube coulissant appliqué sur le disque de nickel, il repousse en arrière la membrane élastique annulaire, solidaire dudit tube, lequel, par conséquent, s'écarte du disque de nickel et ouvre ainsi la communication entre la chambre et la trompette, dans l'intérieur de laquelle l'air comprimé se précipite pour s'échapper ensuite au dehors. La pression, de ce



SIRÈNE D'ALARME, ACTIONNÉE PAR UNE DYNAMO, INSTALLÉE SUR UN MONUMENT PUBLIC, A PARIS



SIRÈNE A MAIN, A LARGE PAVILLON, MONTÉE SUR UN PILASTRE

fait, diminuant dans la chambre, la force antagoniste du ressort à boudin devient prépondérante et repousse la membrane élastique ainsi que le tube coulissant dans leur position initiale, fermant, par conséquent, le passage à l'air jusqu'à ce que celui-ci, se comprimant à nouveau, recommence la manœuvre précédemment décrite. Comme elle se répète un grand nombre de fois par seconde, et comme, chaque fois, l'air s'échappe en amplifiant les vibrations du tube sur la plaque, il se produit une vibration de l'air — absolument comme celle provoquée par les échappements successifs d'air dans la sirène — laquelle engendre un son. Cette vibration s'ajoute à celles du disque de nickel et de la trompette, qui vibrent également, et le son se trouve ainsi considérablement renforcé, ce qui assure à l'instrument un excellent rendement.

Cet appareil « ténor » reçoit l'air comprimé soit d'un réservoir, soit d'une petite pompe à air ou d'un compresseur mû à la main ou actionné mécaniquement.

Généralement, il fonctionne au moyen d'une pompe rotative à palettes, laquelle est entraînée par contact d'un galet garni d'un cuir chromé avec le volant du moteur. La commande est obtenue par la

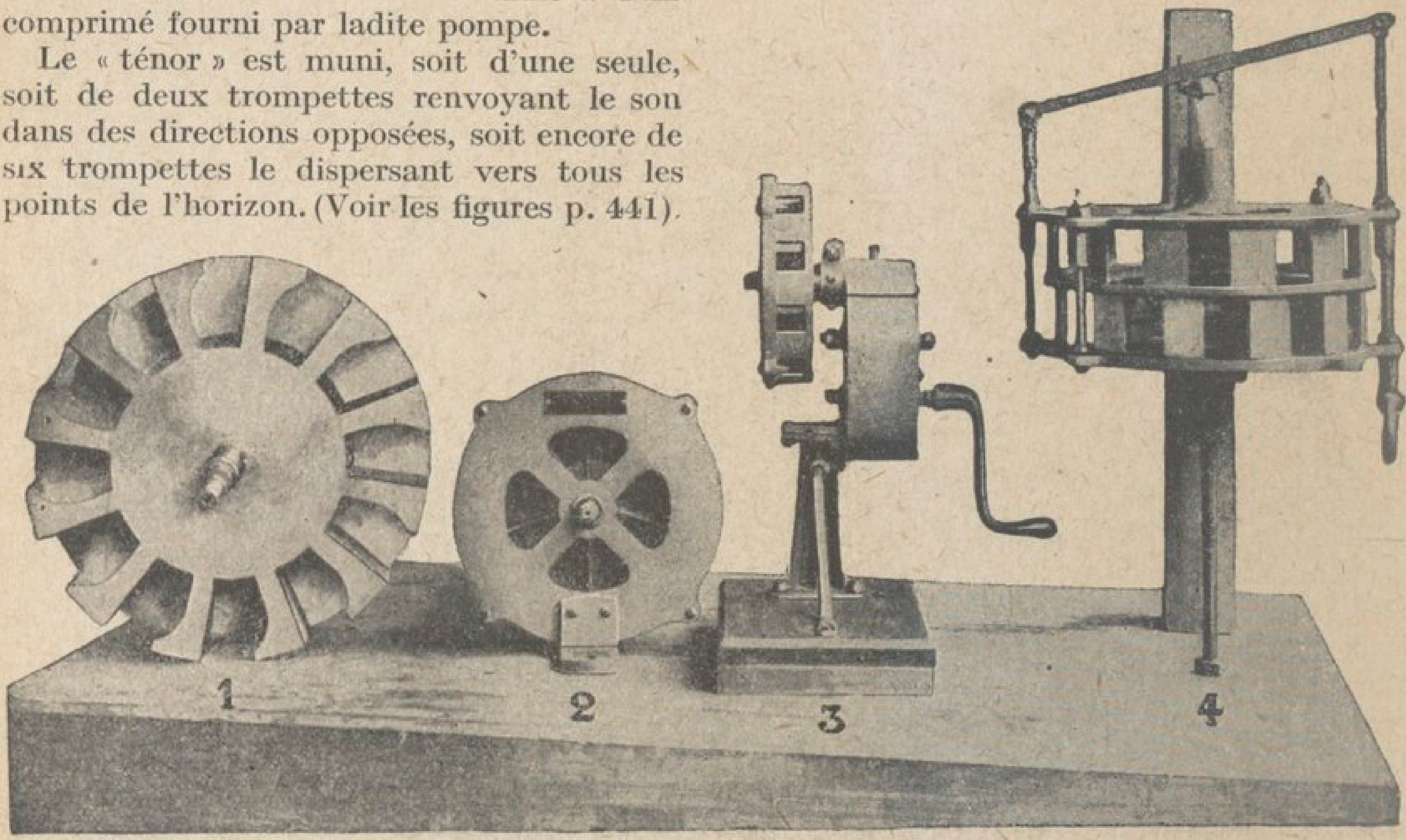
« TÉNOR » A TROIS PAVILLONS MONTÉ SUR UNE CHEMINÉE

pression du doigt sur la manette posée sur le volant de direction, et transmise aussitôt par le câble souple genre Bowden.

Le tube souple étanche réunit la pompe à l'avertisseur et sert de conduit à l'air comprimé fourni par ladite pompe.

Le « ténor » est muni, soit d'une seule, soit de deux trompettes renvoyant le son dans des directions opposées, soit encore de six trompettes le dispersant vers tous les points de l'horizon. (Voir les figures p. 441).

en second lieu, ils agissent avec une extraordinaire précision sur la hauteur de ce son par la concordance plus ou moins parfaite de leur note propre avec celle dudit son.




PIÈCES DÉTACHÉES ET MODÈLES DIVERS DE SIRÈNES DU SYSTÈME CHOLLET

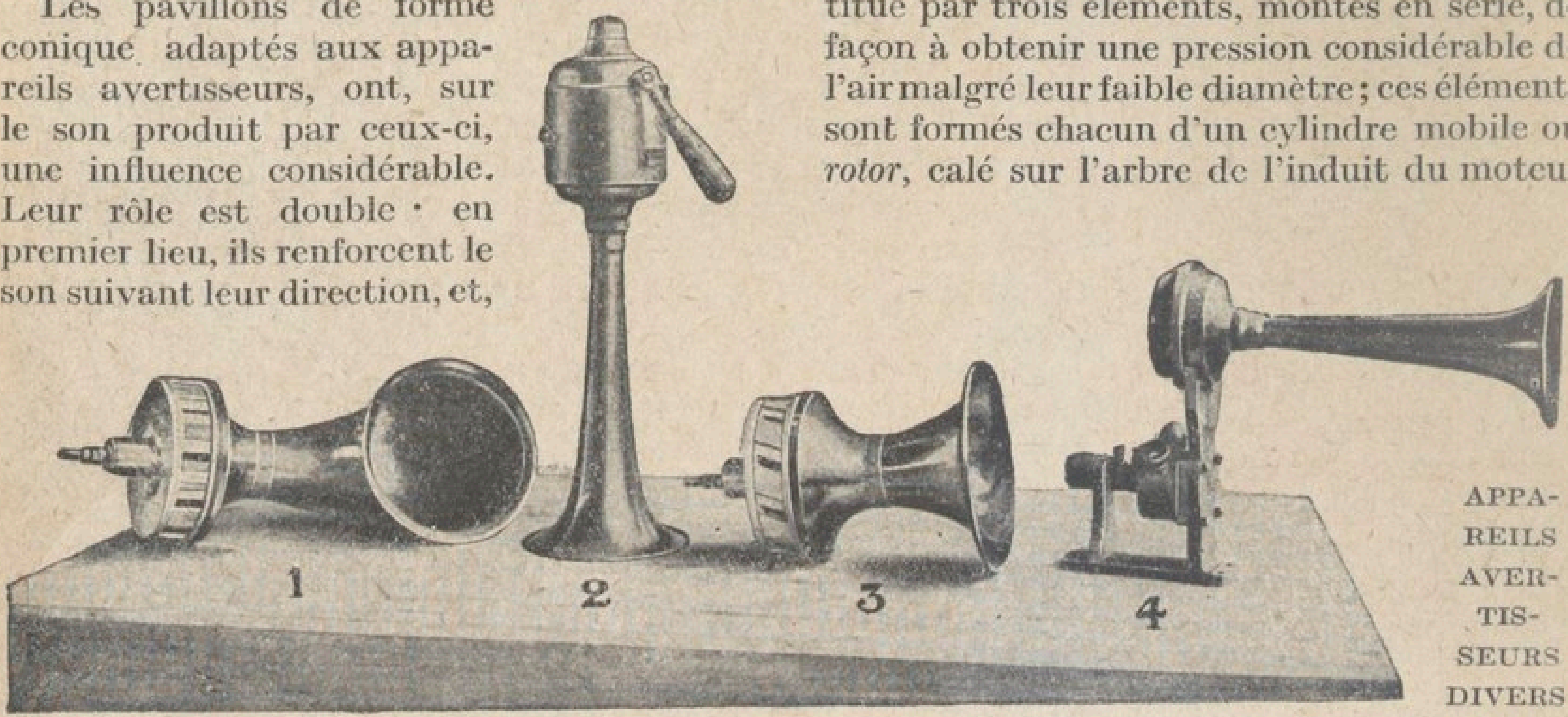
1, *turbine montrant les cloisons radiales formant les compartiments dans lesquels l'air est capté avant de s'échapper par les fentes de la périphérie ;* 2, *sirène à manivelle actionnée à la main (la manivelle manque) ;* 3, *autre forme de sirène à main ;* 4, *sirène « télégraph » pour télégraphie acoustique, dans la position du repos.*

Il a été expérimenté à Paris avec succès pour avertir la population de l'arrivée des avions allemands, et il va probablement, dans peu de temps, faire partie du matériel du corps des sapeurs-pompiers de cette ville.

Les pavillons de forme conique adaptés aux appareils avertisseurs, ont, sur le son produit par ceux-ci, une influence considérable. Leur rôle est double : en premier lieu, ils renforcent le son suivant leur direction, et,

M. Blériot a construit une sirène de marine permettant la télégraphie acoustique au moyen de signaux Morse, et qui présente plusieurs particularités intéressantes.

Elle se compose : 1° d'un ventilateur constitué par trois éléments, montés en série, de façon à obtenir une pression considérable de l'air malgré leur faible diamètre ; ces éléments sont formés chacun d'un cylindre mobile ou *rotor*, calé sur l'arbre de l'induit du moteur




APPAREILS AVERTISSEURS DIVERS

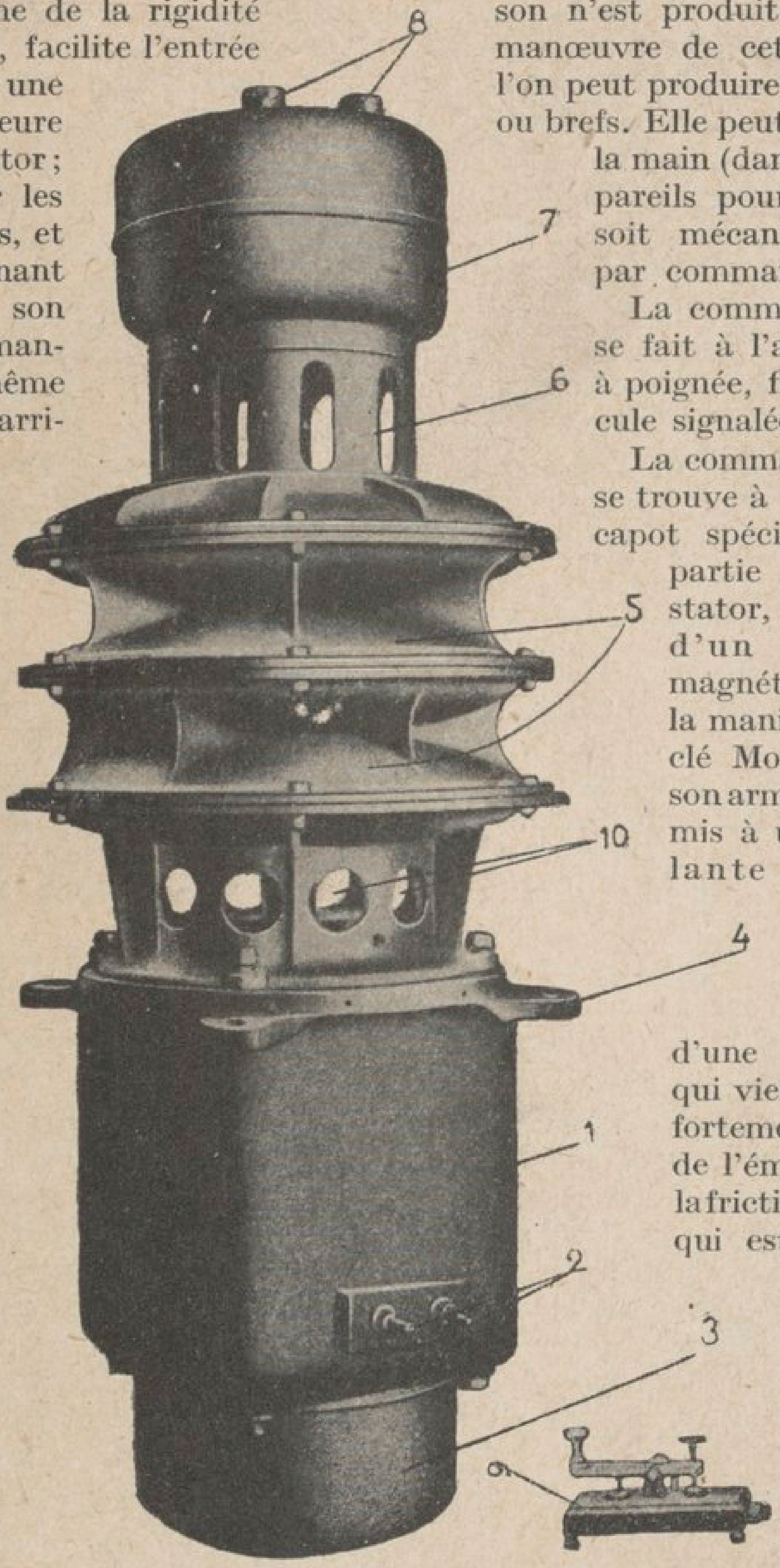
1, *sirène à conque pour canot automobile ;* 2, « *ténor* » *à levier pour camion militaire ;* 3, *sirène à double pavillon renvoyant tout le son vers l'avant ;* 4, « *ténor* » *monté sur pompe à air.*

électrique (qui actionne la sirène). Ce rotor se compose de deux flasques, l'un plan, l'autre conique, réunis par des aubes d'une courbure telle qu'elle donne de la rigidité à l'assemblage, et, de plus, facilite l'entrée de l'air, tout en lui donnant une vitesse périphérique supérieure à la vitesse propre du rotor; les aubes sont rivées sur les deux flasques formant corps, et l'ensemble ainsi formé, tournant avec très peu de jeu dans son logement, est fixé à un manchon en bronze calé lui-même sur l'arbre du moteur. En arrivant à la périphérie du rotor, l'air est projeté dans le diffuseur qui est constitué par des ailettes courbes rivées sur la paroi opposée de la cavité dans laquelle tourne ledit rotor; il y perd de sa vitesse en étant ramené vers le centre de l'appareil, et, par conséquent, augmente de pression, puis il est repris par le deuxième rotor et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il arrive sous une pression considérable dans l'émetteur de son;

2° D'un émetteur de son constitué, comme dans toutes les sirènes, par une partie cylindrique fixe, le *stator*, à l'intérieur de laquelle tourne une autre partie cylindrique, le *rotor* (qu'il ne faut pas confondre avec le précédent) calée sur l'arbre du moteur; les deux parties ont chacune le même nombre d'ouvertures correspondantes, et (ce qui caractérise spécialement cette sirène), entre ces deux parties, est intercalée une cloison mince portant les mêmes ouvertures que le rotor et le stator. Mais cette troisième partie, ou « opercule », peut prendre deux positions : l'une dans laquelle ses ouvertures coïncident exactement avec celle du stator, et l'autre dans laquelle elles ne correspondent pas; c'est-à-dire que, dans cette seconde position, les ouvertures dudit stator sont absolument fermées, et l'air comprimé ne peut s'échapper, de sorte qu'aucun son n'est produit : c'est par la manœuvre de cet opercule que l'on peut produire des sons longs ou brefs. Elle peut se faire, soit à la main (dans le cas des appareils pour sous-marins), soit mécaniquement, soit par commande électrique.

La commande à la main se fait à l'aide d'une tige à poignée, fixée sur l'opercule signalée plus haut.

La commande électrique se trouve à l'intérieur d'un capot spécial fixé sur la partie supérieure du stator, et se compose d'un électro aimant magnétisé ou non par la manipulation d'une clé Morse ; le jeu de son armature est transmis à une pièce oscillante appuyant sur une tige fixée sur l'opercule par un ressort plat et munie d'une pièce de liège qui vient alors frotter fortement sur le rotor de l'émetteur de son; la friction considérable qui est produite entraîne l'opercule jusqu'à la position d'ouverture complète, où il est alors maintenu sans friction tant que l'électro-aimant est magnétisé, et relâché dès que cette magnétisation cesse.



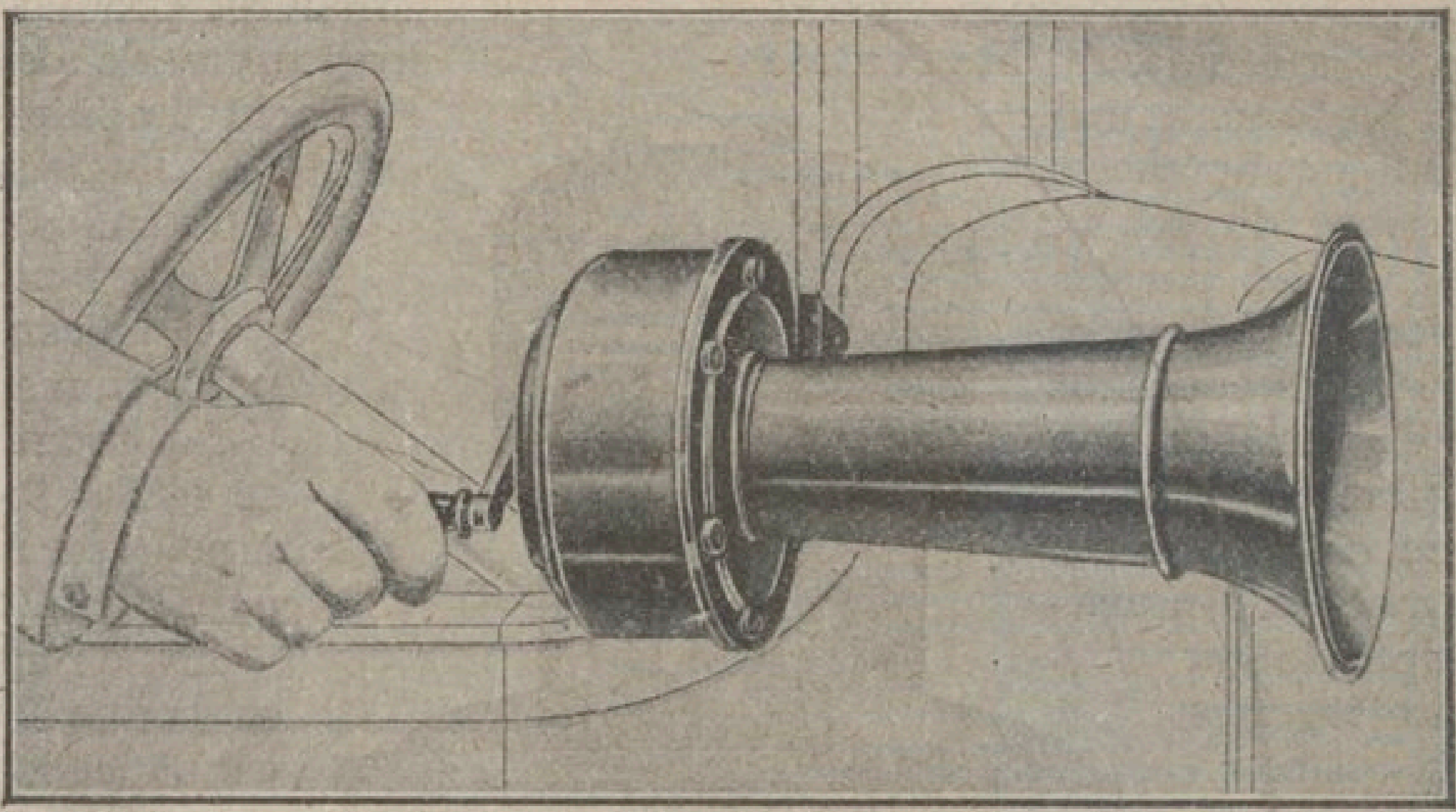

SIRÈNE ÉLECTRIQUE BLÉRIOT POUR TÉLÉGRAPHIE ACOUSTIQUE

1, *boîte contenant le moteur électrique;* 2, *prises de courant du moteur;* 3, *capot du collecteur et des balais;* 4, *la patte d'attache;* 5, *éléments du ventilateur;* 6, *émetteurs de son (ou sirène proprement dite);* 7, *capot de protection de la commande électrique;* 8, *prises de courant de ladite commande;* 9, *manipulateur Morse;* 10, *prises d'air.*

Cette sirène, adoptée dans la marine française, peut émettre des sons graves, moyens ou aigus, jusqu'à une distance, officiellement constatée, de 2.500 mètres, par temps moyen et avec vent soufflant de côté, le moteur tournant à 5.000 tours par minute.

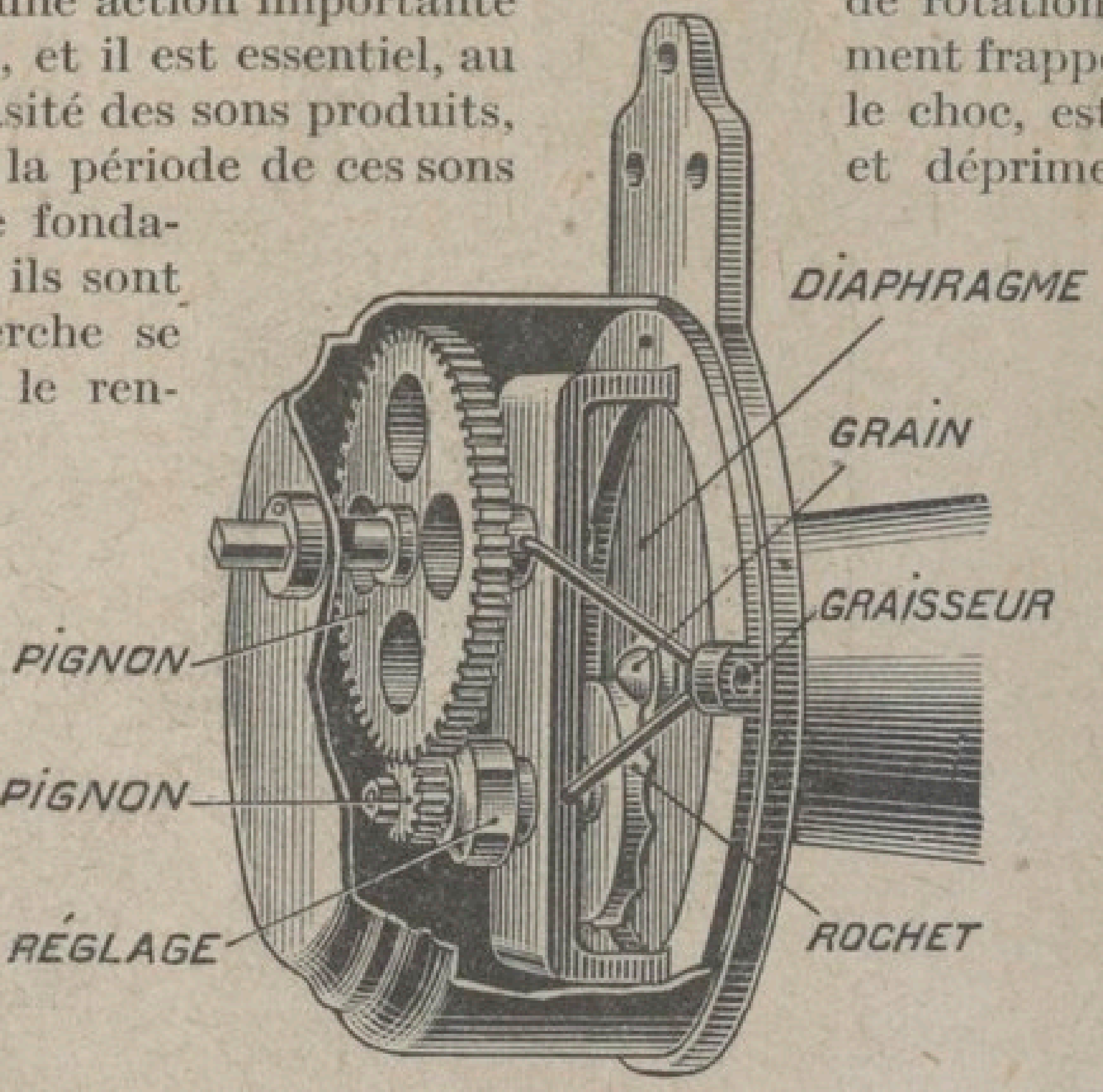
Dans certains pays, on emploie pour les

les sirènes deux ou plusieurs pavillons. En France, on préfère généralement un pavillon unique, recourbé suivant une branche horizontale, et que l'on fait tourner de façon à opposer son ouverture au vent. Le maximum de puissance sonore est ainsi envoyé dans la direction la plus défavorable à une bonne propagation, sauf dans le cas où les navires s'approchent du signal dans une direction déterminée, comme à certaines entrées de ports ou de passes. Le pavillon horizontal est alors entièrement fixe.



LE « KRACFORT » DE M. DESPONTS, AVEC PAVILLON, MONTÉ SUR UNE AUTO ET ACTIONNÉ A LA MAIN

Le pavillon a aussi une action importante sur la hauteur du son, et il est essentiel, au point de vue de l'intensité des sons produits, de mettre à l'unisson la période de ces sons et celle du son propre fondamental de l'espace où ils sont produits. Cette recherche se fait, soit en observant le renforcement produit par le pavillon sur des sons faibles, soit en écoutant le son qui persiste dans un pavillon après qu'on y a produit un bruit court. Elle a une telle importance, surtout quand on emploie des trompettes à anche, que celles-ci refusent parfois de parler ou ne produisent que des sons rauques quand il y a un trop grand désaccord entre la période des vibrations élastiques de l'anche et celle du son du pavillon.




MÉCANISME PRODUCTEUR DU SON DU « KRACFORT » DESPONTS

*Le disque, ou diaphragme, en acier trempé spécial, est mis en vibration par la rotation rapide d'un rochet plan venant attaquer le grain (ou bille) d'acier qu'il porte en son centre. La vitesse du rochet est obtenue par un mouvement d'engrenage très multiplié actionné par une manivelle extérieure.*

On a mis à la mode des appareils avertisseurs très connus des automobilistes sous les noms de « krakfort » et de « klakson ». L'instrument construit et breveté par M. Desponts se compose d'un fort disque en acier, solidement serti dans la monture de l'appareil, et au centre duquel est placée, dans un logement, une bille, également en acier — que le constructeur appelle «grain» — en contact intime avec lui. Une roue à rochets (c'est-à-dire portant des dents équidistantes à la périphérie d'une de ses faces), est montée sur un axe disposé de telle façon qu'elle peut tourner dans un plan parallèle au disque d'acier et très près de lui, et que les rochets ou dents, par suite du mouvement de rotation, viennent successivement frapper la bille. Celle-ci, sous le choc, est repoussée en arrière et déprime, par conséquent, le centre du disque sur lequel elle s'appuie. Mais, celui-ci, en raison de son élasticité, revient instantanément sur lui-même, exécutant ainsi une vibration complète et, repoussant à son tour la bille d'acier en avant, où elle recevra de nouveau le choc du rochet suivant de la roue, ce qui la fera agir de nouveau sur le disque comme précédemment, et ainsi de suite, tant que la roue tournera. Si ces chocs se succèdent avec rapidité, les alternatives de dépression en arrière, suivies de retour en avant du centre du disque constitueront une véritable vibration sonore de celui-ci, car un son fort et rauque, que l'on connaît, se fera entendre.

Henri Vaublin.

# QUELQUES NOUVEAUTÉS DU DERNIER SALON AMÉRICAIN DE L'AUTOMOBILE

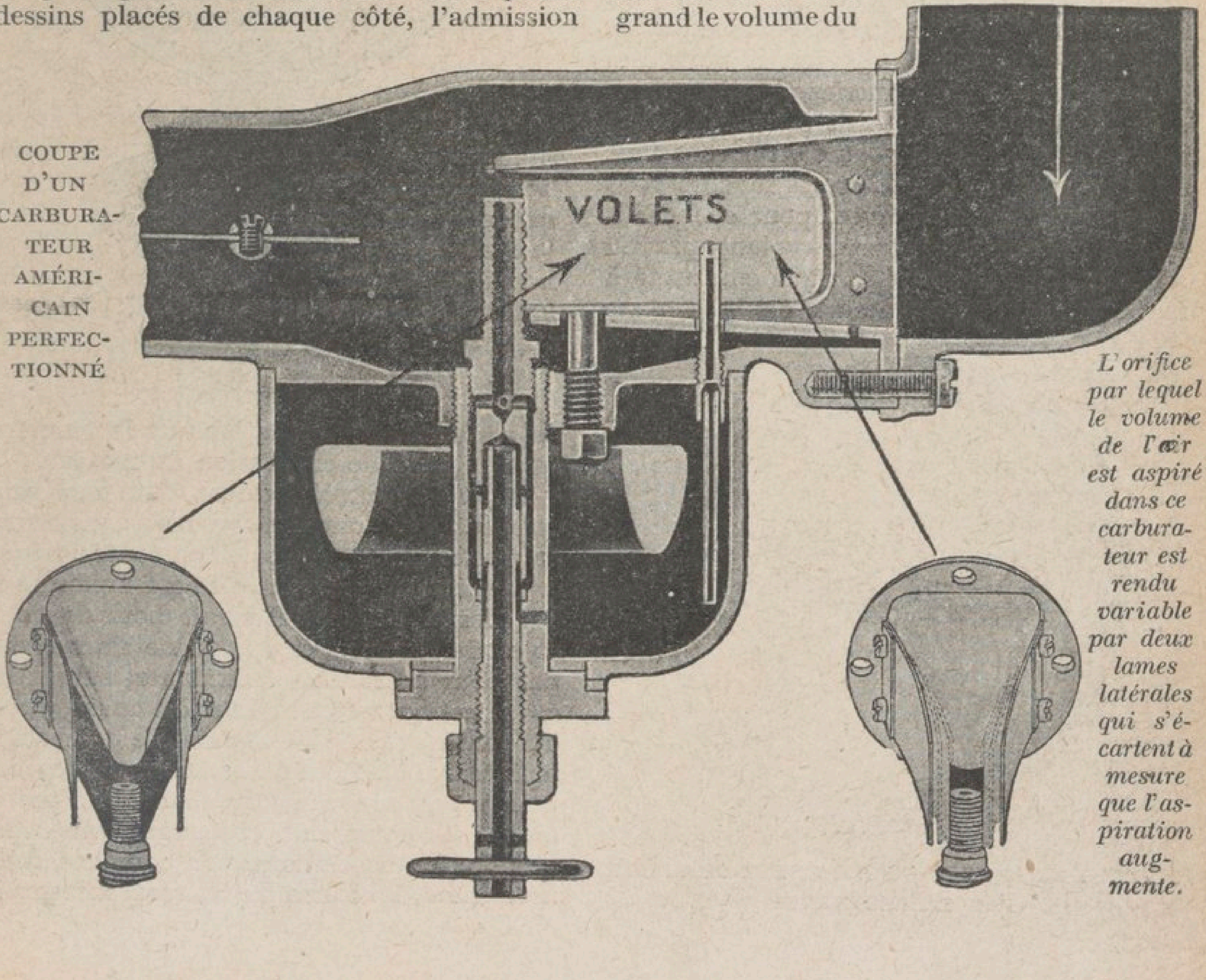
**Par William CANTER**

*Dans le numéro de juillet 1917 de* La Science et la Vie, *nous avons décrit quelques accessoires nouveaux exposés au précédent Salon de l'Automobile de New-York. Le Salon de 1918 renfermait également des nouveautés qui méritent d'être connues du public français. Nous nous bornerons, cette fois encore, à décrire non des voitures, mais les plus intéressants des accessoires de création récente qui font de l'automobile américaine moderne un engin de locomotion peut-être compliqué mais extrêmement confortable et apte à marcher par tous les temps. Les voitures françaises, quand on pourra à nouveau les remettre sur le marché, seront certainement elles-mêmes dotées de la plupart de ces accessoires.*

## *Un nouveau carburateur*

Nous commencerons cette petite revue par la description d'un carburateur qui mérite une mention spéciale. Comme le montrent la gravure ci-dessous et plus particulièrement les deux petits dessins placés de chaque côté, l'admission de l'air qui doit gazéifier l'essence se fait, dans ce carburateur, au travers d'une sorte de bec dont les parois latérales peuvent s'écarter de manière à en dilater l'ouverture.

On sait que, plus le moteur d'une automobile tourne rapidement et plus, nécessairement, doit être grand le volume du




COUPE D'UN CARBURATEUR AMÉRICAIN PERFECTIONNÉ

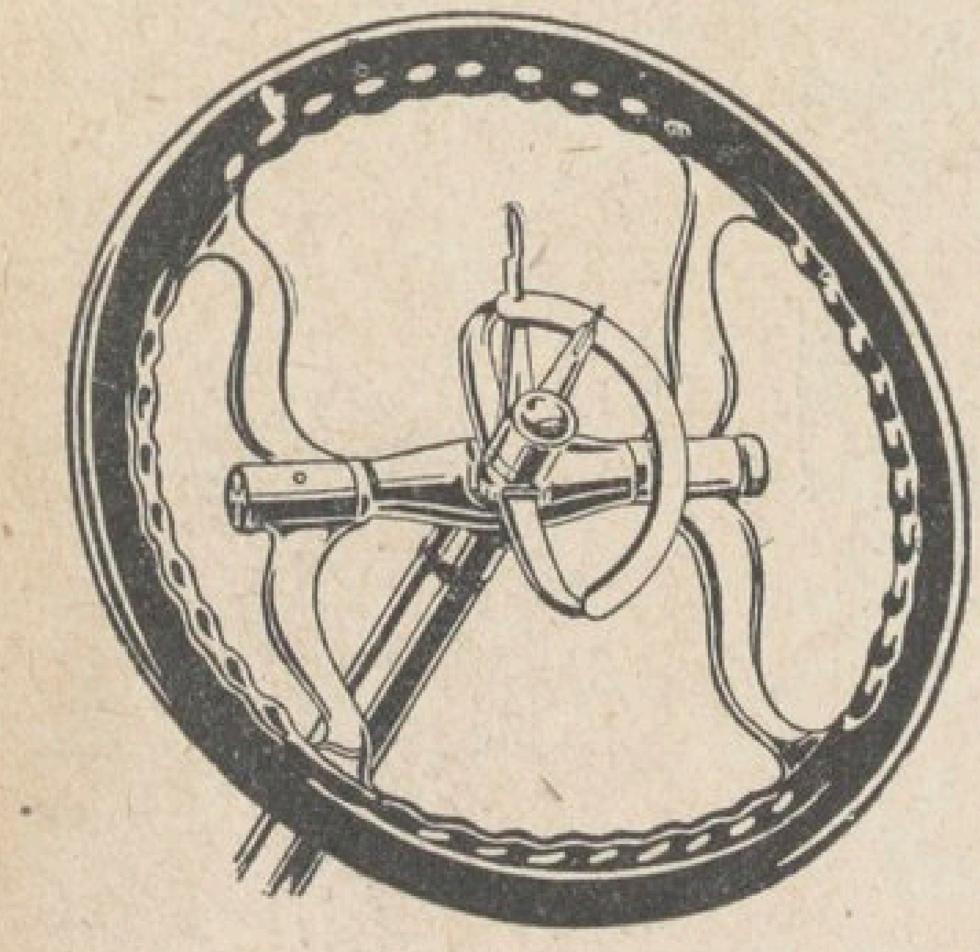
*L'orifice par lequel le volume de l'air est aspiré dans ce carburateur est rendu variable par deux lames latérales qui s'écartent à mesure que l'aspiration augmente.*

mélange gazeux qu'il aspire ; il s'ensuit que l'air et l'essence doivent pénétrer en plus grande quantité dans le carburateur. C'est pour faciliter le passage d'un volume d'air qui peut croître dans de grandes proportions que, dans le carburateur qui nous occupe, l'orifice de la tubulure d'admission d'air a été rendu dilatable. Lorsque le moteur diminue de vitesse, les lames latérales ou volets se rapprochent automatiquement, grâce à leur élasticité, et resserrent par suite l'orifice par lequel le volume décroissant de l'air est aspiré.

UN CHAUFFEUR QUI NE PEUT PAS AVOIR L'ONGLÉE

## *Le volant chauffe-mains*

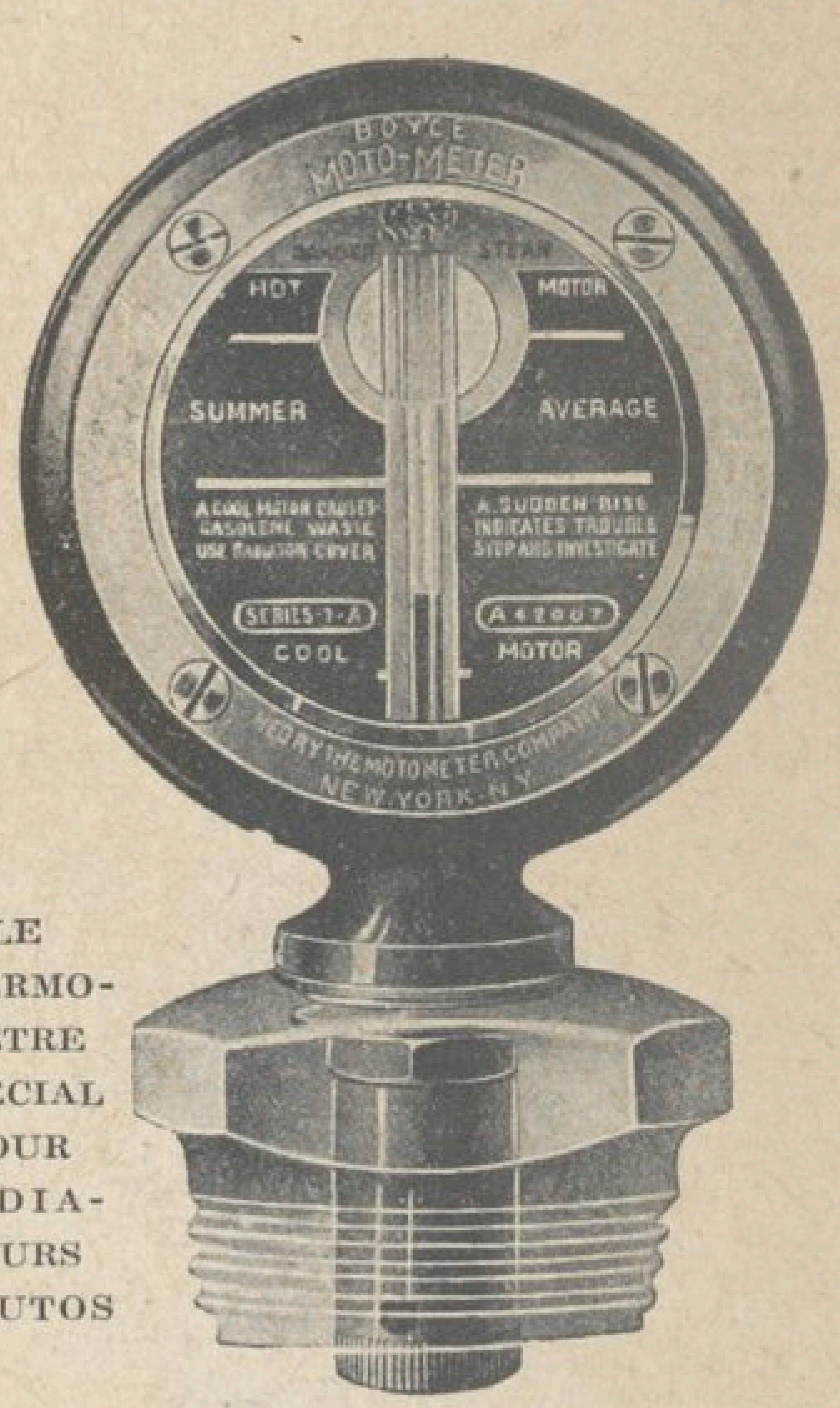
Nous avons trouvé ensuite, dans un même stand, deux appareils que nous recommandons aux conducteurs qui, en dépit des gants les plus fourrés du monde, craignent l'atroce onglée durant les randonnées d'hiver. Si vous êtes du nombre, que ne donneriez-vous pas pour qu'une fée bienveillante fit circuler un peu de calorique dans le volant qu'il vous faut étreindre. La fée existe, et ses faveurs vous sont acquises ; vous n'avez, pour en bénéficier, qu'à remplacer votre volant par un autre qu'un courant électrique emprunté à la batterie d'accumulateurs de la voiture maintiendra magiquement chaud. Si même cette dépense vous paraît trop considérable, conservez votre volant actuel, mais munissez-le de deux poignées spéciales qui rempliront le même rôle. Le courant électrique est amené à parcourir un fin réseau de fil résistant dissimulé dans la jante même du volant ou dans l'épaisseur des poignées.



TOUTE LA JANTE DU VOLANT EST CHAUFFÉE PAR L'ÉLECTRICITÉ

## *Thermomètre pour radiateur*

Nous allons maintenant démontrer l'utilité qu'il y a, pour un automobiliste, de pourvoir son radiateur d'un instrument du genre de celui qui est universellement adopté aux Etats-Unis et dont le rôle est de tenir le conducteur constamment au courant des fluctuations de la température de l'eau de circulation du moteur.




LE THERMOMÈTRE SPÉCIAL POUR RADIATEURS D'AUTOS

L'eau de refroidissement d'un moteur à essence ne saurait, on le conçoit, demeurer en toutes circonstances et en toutes saisons à une température sensiblement uniforme si, par des moyens qu'il serait hors de notre sujet de mentionner ici, on ne s'arrangeait pas pour accroître ou diminuer, suivant le cas, l'action refroidissante du radiateur et du ventilateur de la voiture, de manière à maintenir le moteur à la température correspondant à son meilleur rendement mécanique. On comprend, cependant, que, pour prendre les dispositions qu'il convient, il est nécessaire de connaître à tout instant la

température de l'eau de circulation. Un thermomètre ordinaire traversant, par exemple, le bouchon du radiateur, ne ferait pourtant pas l'affaire car, le niveau de l'eau dans le radiateur pouvant baisser très sensiblement, il lui faudrait avoir des dimensions considérables ; d'autre part, son échelle thermométrique devant, pour le moins, s'étendre de 65 degrés centigrades « trop froid » à 93 degrés « trop chaud », il faudrait, pour que le conducteur de la voiture pût lire les indications de l'instrument à distance que la partie émergeant du bouchon du radiateur eût également des dimensions exagérées. Voici comment la difficulté a été tournée. Les indications du thermomètre employé sont basées non sur la température de l'eau dans le radiateur de l'auto, mais sur celle de l'air qui se trouve au-dessus de cette eau.

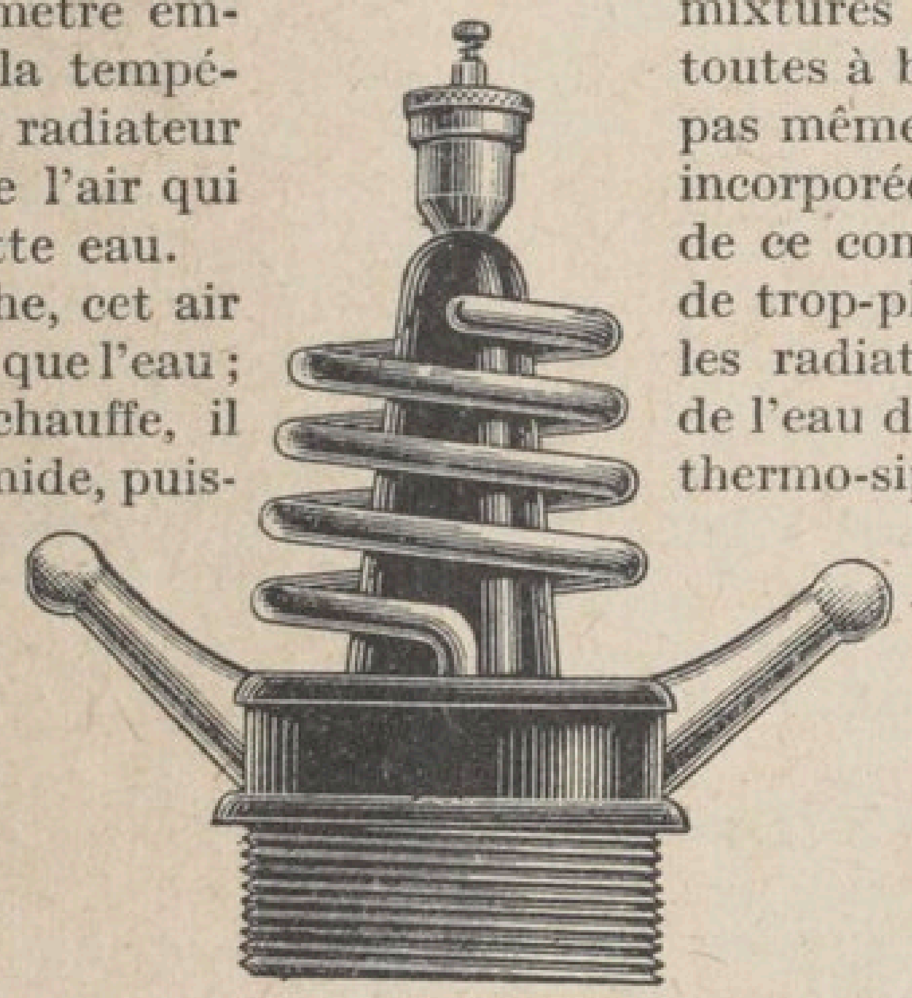
Quand on met en marche, cet air est à la même température que l'eau ; à mesure que celle-ci s'échauffe, il devient de plus en plus humide, puisque la vaporisation augmente, et sa température se rapproche, par conséquent, de plus en plus de celle de l'eau, sans jamais cependant l'atteindre. Si donc, partant, par exemple, de zéro degré centigrade, la température de l'eau s'élève rapidement, celle de l'air ne varie guère tant que la vaporisation n'a pas atteint un certain degré d'intensité ; par conséquent, pendant un certain temps, elle n'influe que très peu sur le thermomètre. Lorsque, cependant, la production de vapeur d'eau s'accélère, l'air s'échauffe d'une façon beaucoup plus marquée et la colonne de mercure commence à se dilater rapidement. A partir de ce moment seulement, les variations de niveau du mercure suivront fidèlement celles de la température de l'eau. C'est ce qui permet à la gamme des températures comprises entre celles correspondant respectivement aux indications « trop chaud » et « trop froid » d'être confinée sur une hauteur qui n'excède pas quatre centimètres et à l'instrument de pouvoir indiquer, en outre, les deux températures critiques 21 et 100 degrés centigrades.

D'autre part, on comprend que le niveau de l'eau dans le radiateur n'a aucune influence sur l'instrument, car si le niveau est bas et que l'eau s'échauffe rapidement, la température critique — si elle vient à être atteinte — sera tout aussi vite indiquée par le thermomètre que si le niveau était plus haut.

Pour rendre les indications du thermomètre très nettement visibles à distance, la partie du tube qui traverse le disque est d'un diamètre extérieur plus grand et grossit beaucoup celui de la colonne de mercure.

## *Condenseur pour radiateur*

Au dernier salon de l'automobile américain, on pouvait voir un petit condenseur dont le rôle consiste à supprimer toutes les pertes par évaporation non seulement de l'eau de circulation, mais aussi des mixtures anti-congelantes, presque toutes à base d'alcool quand ce n'est pas même de l'alcool pur, qui y sont incorporées pendant l'hiver. L'emploi de ce condenseur supprime le tuyau de trop-plein dont sont pourvus tous les radiateurs lorsque la circulation de l'eau de refroidissement se fait par thermo-siphon. Placé au sommet du radiateur, il est évident que son serpentin collecte, au fur et à mesure qu'elle se forme, toute la vapeur, et d'abord la vapeur d'alcool, si ce liquide est présent, puisque l'alcool est plus volatil que l'eau. Ce serpentin étant exposé au courant d'air créé par le déplacement du véhicule, la vapeur est rapidement condensée et retourne dans le radiateur par un canal central. Une soupape surmonte l'appareil ; elle a pour but de permettre l'échappement de la vapeur au cas où, par suite d'un trouble de circulation, elle se formerait soudainement en quantité considérable. Dans ce cas, le conducteur est averti immédiatement qu'il se passe quelque chose d'anormal puisque la vapeur s'échappe pour ainsi dire devant ses yeux.



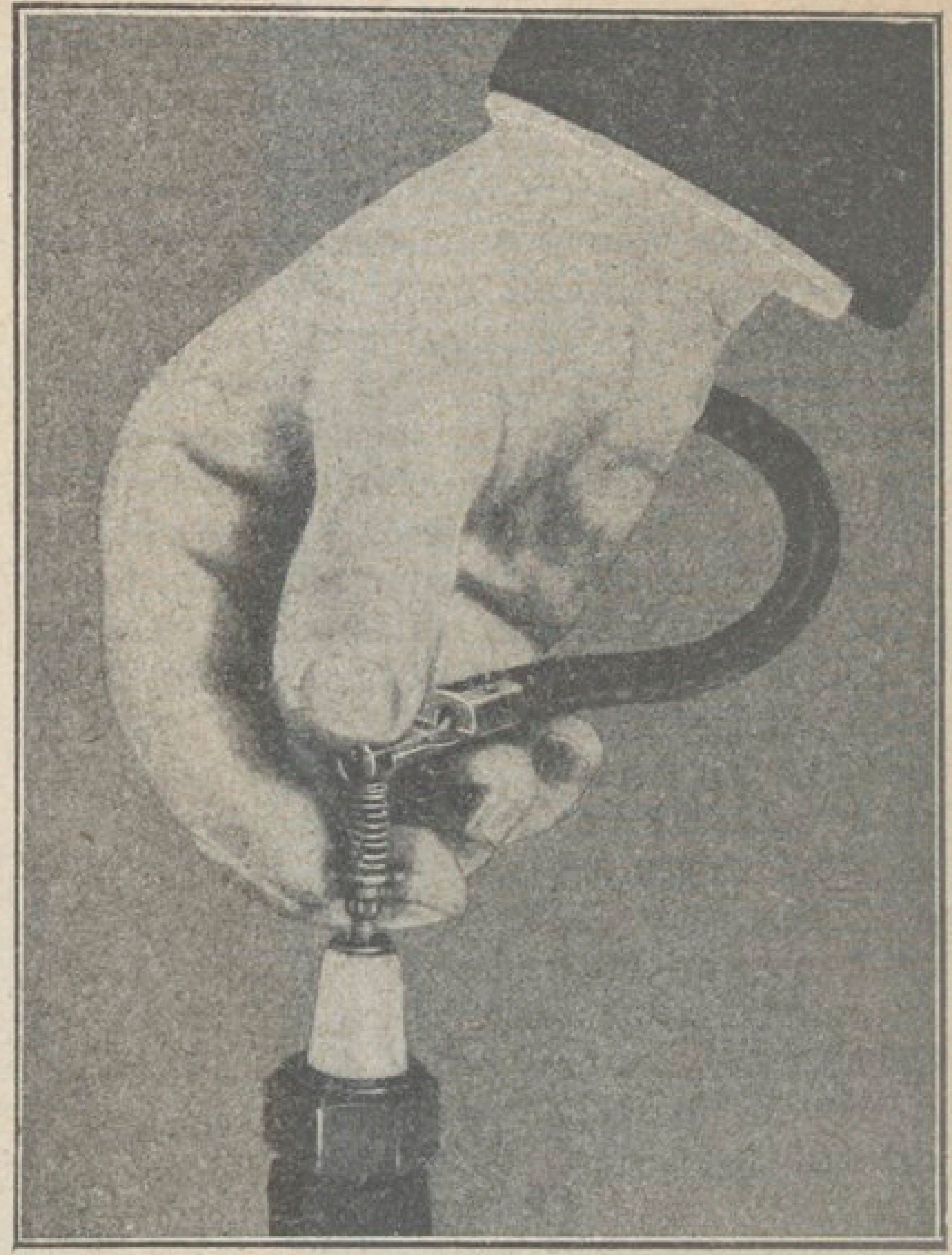
CET APPAREIL CONDENSE DANS LE RADIATEUR LA VAPEUR D'EAU ET, ÉVENTUELLEMENT, D'ALCOOL

Le but principal de l'appareil est évidemment d'économiser l'eau et, plus encore, l'hiver, l'alcool ou les solutions alcoolisées qu'on y incorpore pour l'empêcher de geler.

## *Connexion pour les bougies d'allumage*

Voici, maintenant, une connexion idéale pour les bougies d'allumage. Ordinairement, cette connexion consiste en une tige filetée, solidaire de la bougie, qui traverse un écrou faisant serrage sur l'extré-

mité du câble amenant le courant. Ce dispositif est certainement le plus simple qu'on puisse imaginer et conviendrait parfaitement si les vibrations du moteur n'avaient pas très souvent pour résultat de desserrer l'écrou, et, par suite, de rompre la connexion ou, tout au moins, de rendre le contact imparfait. Ceci ne saurait arriver avec le dispositif représenté ci-contre cet accessoire est constitué par une pièce à angle droit, munie à une extrémité d'une douille dans laquelle on sertit le bout du câble et formant, de l'autre côté, une pince dont les deux branches tendent à s'écarter l'une de l'autre. Un anneau limite cet écartement et resserre d'autant plus les branches, ainsi, par conséquent que les mâchoires qui les terminent, qu'il est plus éloigné de leur point d'attache commun ; un ressort maintient d'ailleurs cet anneau tout près des extrémités des mâchoires, lesquelles sont filetées intérieurement pour demeurer solidement en prise avec la tige également filetée de la bougie. Pour établir la connexion, on comprime le ressort en remontant l'anneau : les mâchoires s'écartent ; on relâche l'anneau : elles se referment aussitôt sur la tige ; aucune vibratio ne saurait désormais leur faire lâcher prise.

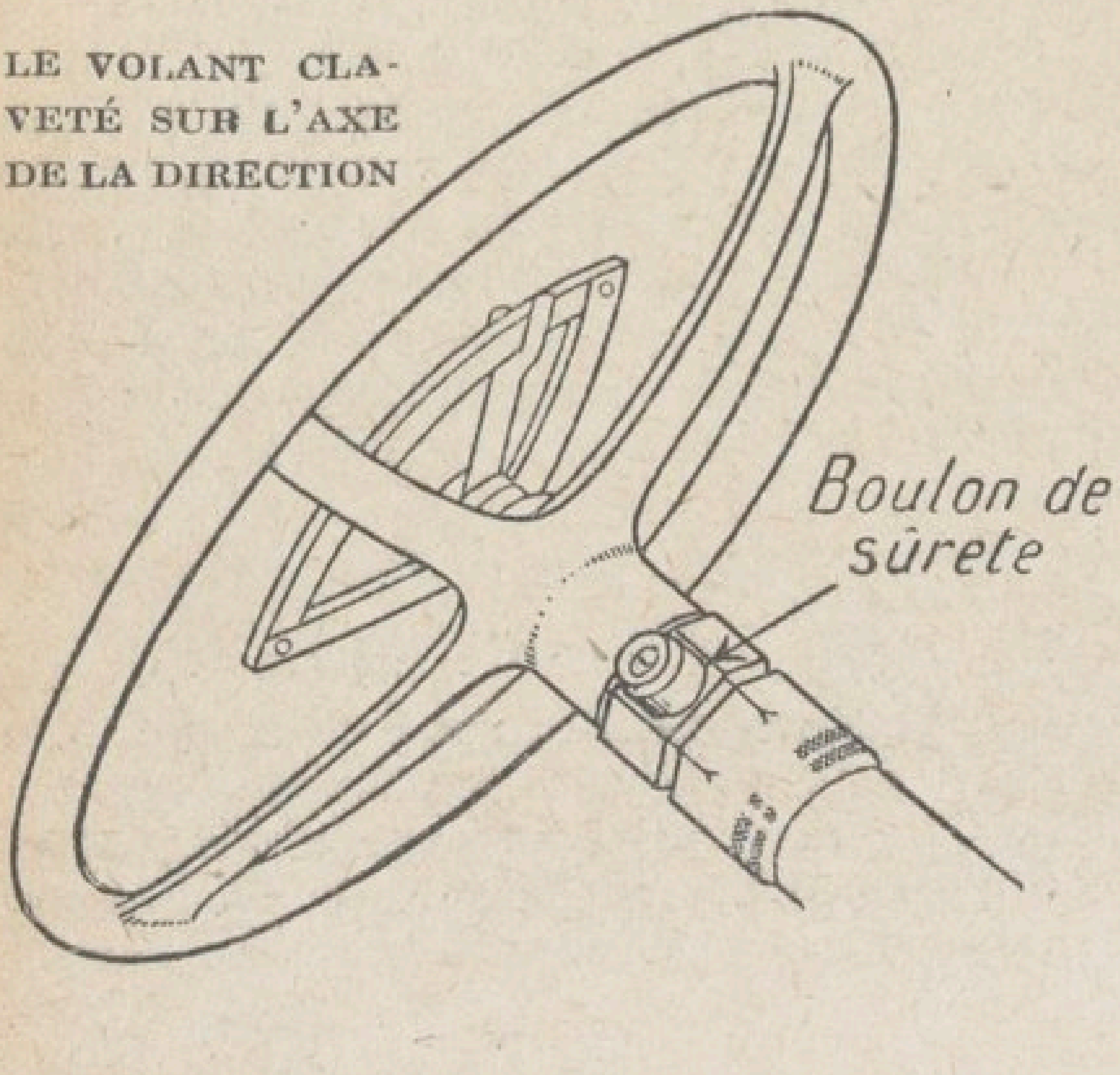


MANIÈRE D'ÉTABLIR LA CONNEXION

## *Protection contre le vol*

Nous signalerons en passant un système proposé par un inventeur pour empêcher le vol des automobiles. La sécurité la plus généralement adoptée consiste, depuis pas mal de temps, à transformer l'interrupteur du circuit électrique d'allumage en une serrure de sûreté dont on garde jalousement la clef sur soi comme celle d'un coffret précieux. Les spécialistes et professionnels du vol des automobiles ont cependant rendu assez inefficace cette sécurité grâce à des jeux de passe-partout savamment assortis ou des « ponts » qui se passent très bien d'interrupteurs. Si bien que les inventeurs se remirent au travail pour trouver quelque chose de mieux. Ils conçurent et élaborèrent les systèmes ou dispositifs les plus compliqués, ce qui n'empêcha pas les voleurs d'opérer. Tout mal comportant, dit-on, un remède, il est probable qu'il en sera toujours ainsi. Quoi qu'il en soit, la dernière en date de ces sécurités plus ou moins trompeuses consiste en une goupille spéciale qui clavète le volant sur l'axe de la direction ; cette goupille, dont le profil varie comme celui d'une clef, s'enlève facilement et quand on l'a mis dans sa poche, le volant tournant fou, il est évident que voler la voiture devient malaisé.., mais probablement pas impossible !

LE VOLANT CLAVETÉ SUR L'AXE DE LA DIRECTION




## *La lutte contre le carbone*

La formation du carbone dans les cylindres et les troubles de fonctionnement qui en résultent continuent à suggérer aux chercheurs mille et une idées toutes plus compliquées les unes que les autres et dont l'efficacité ne justifie pas la plupart du temps les frais d'achat et d'installation des appareils proposés. Plusieurs des remèdes suggérés sont basés sur l'action ramollissante

bien connue de la vapeur d'eau sur le carbone. Nous mentionnerons deux applications différentes de cette propriété, qui paraissent ingénieuses et susceptibles, au dire des hommes de métier, de rendre de bons services.

Dans la première (fig. 1), un tuyau conduit la vapeur d'eau qui se forme à la partie supérieure du radiateur, au bout d'une minute ou deux de fonctionnement du moteur, dans la tubulure d'aspiration, grâce à l'intermédiaire d'une soupape qui règle la quantité d'air humide ainsi introduite dans les cylindres de la façon suivante : cette soupape est constituée par un diaphragme percé en son centre d'un trou qui se trouve au regard de la pointe d'une vis de réglage. Lorsque le moteur tourne au ralenti, la dépression dans la tubulure d'aspiration attire le diaphragme contre la vis pointeau, ce qui a pour résultat d'obturer le trou de ce dernier, bien que la vis puisse être ajustée de manière à laisser passer une petite quantité d'air humide. Lorsqu'on augmente la vitesse du moteur, la dépression dans le tuyautage d'aspiration décroît, ce qui diminue d'autant la succion sur le diaphragme et augmente, par conséquent, le volume de vapeur admis à pénétrer dans les cylindres. La soupape proportionne, on le voit, la quantité de vapeur à celle du mélange gazeux, la dose du remède à l'intensité du mal, puisque, nécessairement, il se forme et se dépose d'autant plus de carbone dans les cylindres qu'il y pénètre davantage de vapeur d'essence.

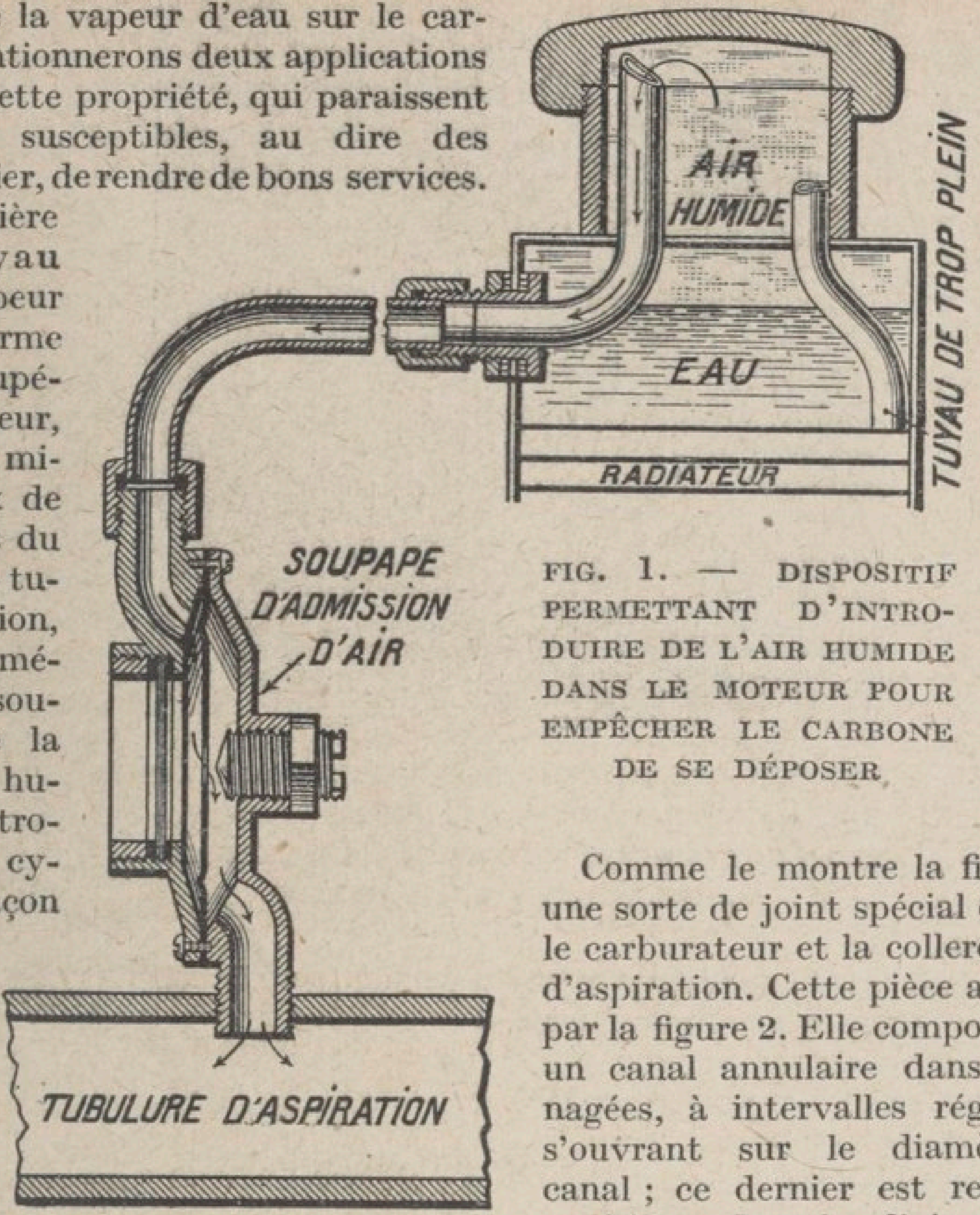



FIG. 1. — DISPOSITIF PERMETTANT D'INTRODUIRE DE L'AIR HUMIDE DANS LE MOTEUR POUR EMPÊCHER LE CARBONE DE SE DÉPOSER

Le deuxième système prétend à trois fins : d'abord augmenter le rendement du moteur en assurant un mélange plus intime des molécules d'air et d'essence ; combattre, sinon complètement empêcher, la formation du carbone, puis permettre de supprimer les dépôts de cette matière sans procéder à aucun démontage ni rendre la voiture indisponible.

Comme le montre la figure 3 (page 452), une sorte de joint spécial est incorporé entre le carburateur et la collerette de la tubulure d'aspiration. Cette pièce a la forme indiquée par la figure 2. Elle comporte essentiellement un canal annulaire dans lequel sont ménagées, à intervalles réguliers, des fentes s'ouvrant sur le diamètre intérieur du canal ; ce dernier est relié à une soupape extérieure de prise d'air constituée par une bille dont les mouvements sont limités par une vis de butée. Ceci posé, on comprend que l'aspiration du moteur dans le carburateur a également pour effet de « sucer » par la soupape en question une petite quantité d'air supplémentaire qui, après avoir fait le tour du canal intérieur, s'échappe par les fentes de ce dernier, dans la tubulure, en tourbillonnant (fig. ci-contre).

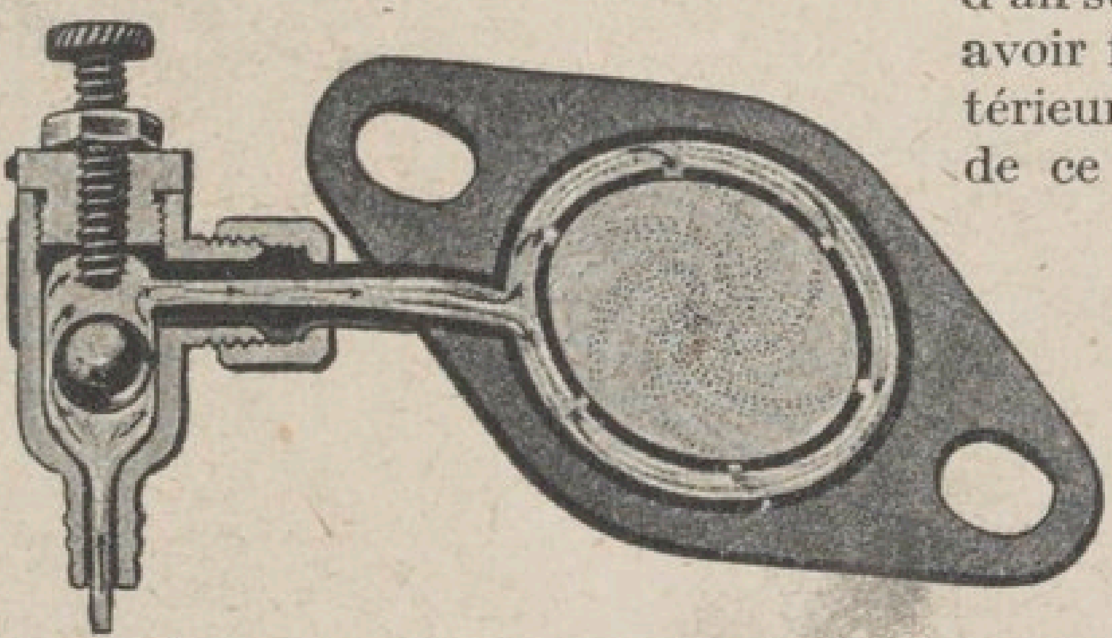


FIG. 2. — TOURBILLON INJECTÉ DANS LA TUBULURE D'ASPIRATION POUR RENDRE PLUS INTIME L'ASSOCIATION DES MOLÉCULES D'AIR ET D'ESSENCE

Il semble que l'on puisse admettre, comme le prétend l'inventeur, que ce tourbillon dans un plan horizontal et par conséquent normal à la direction suivant laquelle le mélange gazeux aspiré dans le carburateur pénètre dans la tubulure d'aspiration, ait pour effet de diviser plus finement et de mélanger plus intimement l'air et l'essence. Or, plus ce mélange est intime, meilleur est le rendement du moteur, moins aussi le carbone a tendance à s'agglomérer. Il s'en dépose cepen-

dant tout de même et voici la méthode ingénieuse qui, utilisant le même appareil, permet d'y remédier. Il faut d'abord mettre en marche le moteur et le faire tourner assez rapidement. Quand il est bien chaud, on relie la soupape d'entrée d'air à une bouteille d'eau au moyen d'un tuyau de caoutchouc. Au lieu d'aspirer comme précédemment une petite quantité d'air additionnelle, le moteur aspire maintenant de l'eau, mais celle-ci est transformée en vapeur au fur et à mesure qu'elle pénètre dans la tubulure d'aspiration, dont la température est relativement élevée. Comme dans le premier système décrit, l'action de la vapeur est d'amollir le carbone et de l'expulser par la soupape d'échappement. Un litre et demi à deux litres d'eau suffisent. Si l'appareil est installé sur un moteur très encrassé, il y a intérêt à ajouter de l'essence à l'eau pour le premier siphonnage, mais, dans ce cas, il faut constamment agiter le contenu de la bouteille pour assurer et maintenir le mélange des deux liquides. Quand l'opération est terminée, on accélère encore davantage la vitesse du moteur de manière à assécher rapidement les chambres de combustion et à faire brûler, par l'oxygène de l'air aspiré par le carburateur, le carbone non expulsé.

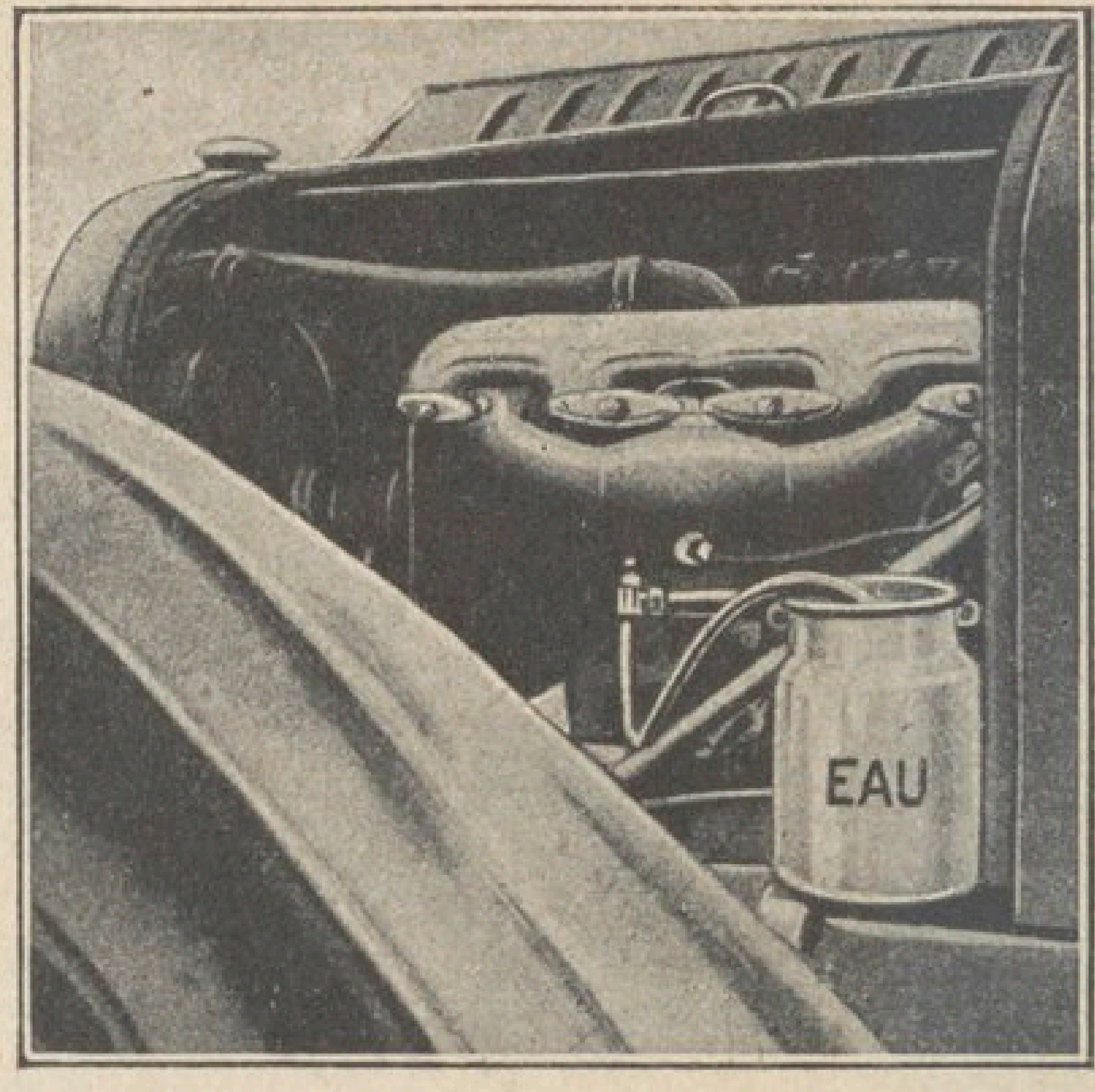


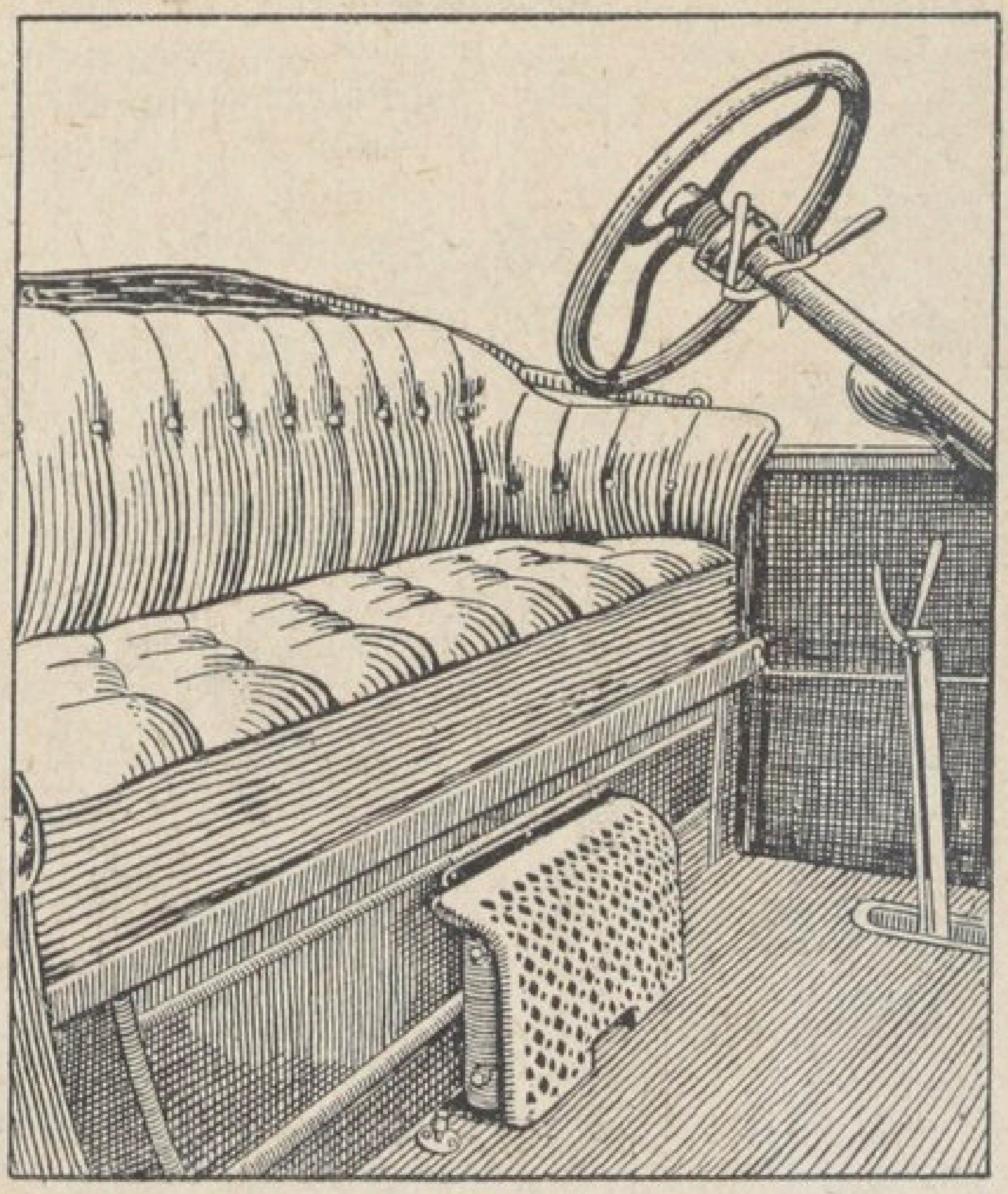

FIG. 3. — SI ON INJECTE DE L'EAU AU LIEU D'AIR, CETTE EAU SE TRANSFORME EN VAPEUR QUI AMOLLIT ET EXPULSE LE CARBONE DÉPOSÉ DANS LE MOTEUR

## *Chauffage des automobiles*

L'INSTALLATION du chauffage se généralise de plus en plus dans les automobiles américaines non seulement fermées, mais aussi ouvertes. Les types d'appareils exposés au salon de New-York variaient à l'infini, depuis la simple chaufferette pou ries pieds, jusqu'au radiateur élégant et réglable employé pour chauffer tout l'intérieur du véhicule. Tous, bien entendu, utilisent le calorique fourni gratuitement par les gaz brûlés s'échappant du moteur; mais des précautions toutes particulières doivent être prises dans leur construction et leur installation pour que ces gaz ne puissent trouver d'issue au dehors. Ils renferment, en effet, une très forte proportion d'oxyde de carbone.

## *Graissage des pièces du châssis*

UNE simplification en même temps qu'un perfectionnement au système de graissage des différentes parties des châssis d'automobiles nous ont paru constituer le mérite d'un dispositif qui prend la place du godet graisseur ordinaire partout où celui-ci est installé. D'autre part, la graisse à introduire dans le nouveau godet est elle-même renfermée dans une petite cartouche cylindrique en papier ouverte à une extrémité et ayant exactement les dimensions intérieures du godet ; la partie ouverte de la cartouche est, bien entendu, introduite la première ; ensuite, on visse en position le chapeau du godet, lequel est traversé en son centre par une vis à oreille faisant pression sur la graisse par l'intermédiaire d'un disque métallique qui appuie



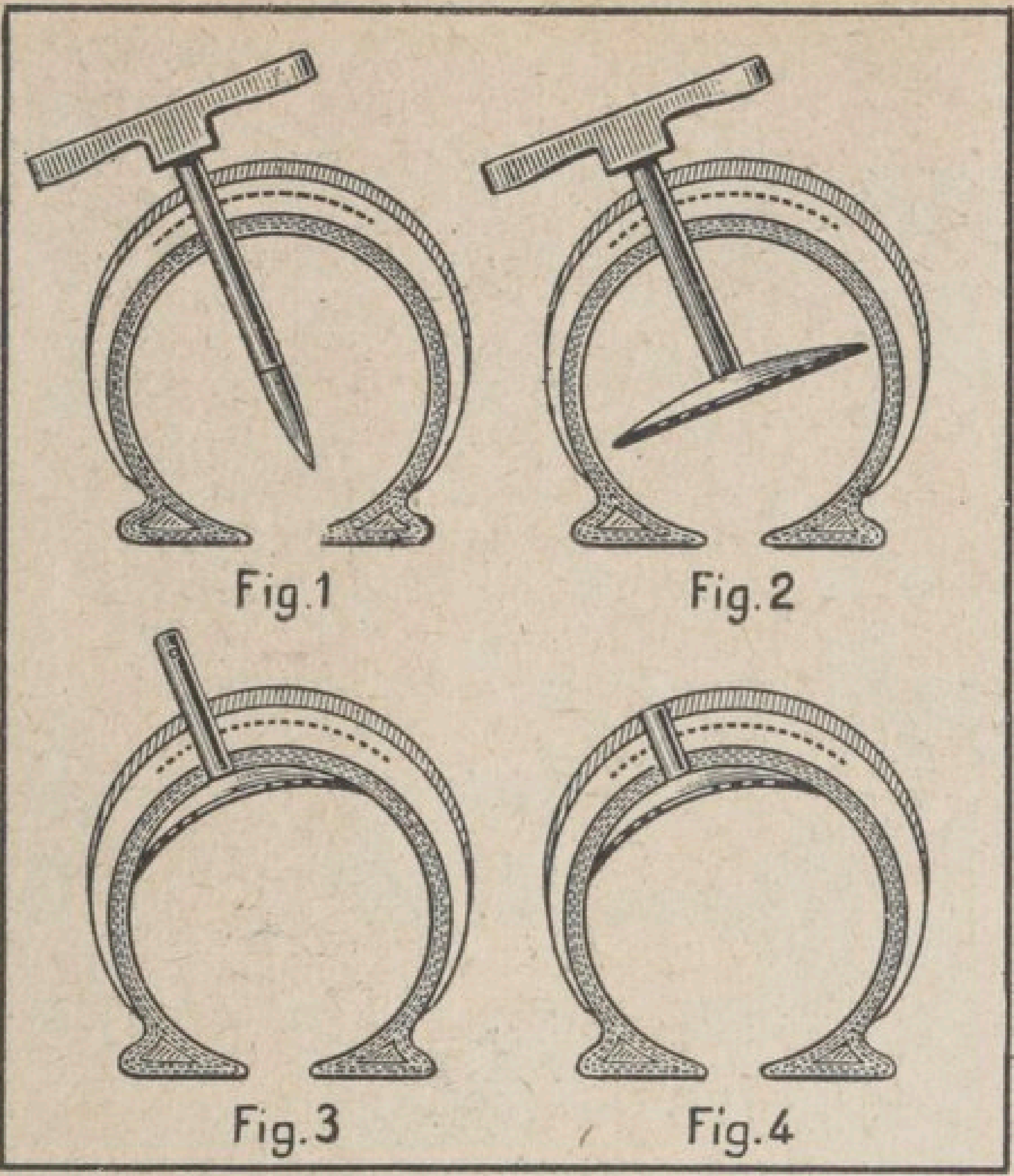
RADIATEUR ALIMENTÉ PAR LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT DU MOTEUR DE L'AUTO

lui-même sur le fond de la capsule. Ce système possède trois avantages : d'abord, il évite qu'on se salisse les mains en rechargeant les godets de graisse ; ensuite, il permet, grâce à la cartouche, de comprimer davantage la graisse, et, par conséquent, de la forcer à pénétrer en plus grande abondance là où son action lubrifiante est nécessaire ; enfin, il est infiniment plus facile d'empêcher la graisse en capsules de se souiller et se charger d'impuretés, tant avant de l'introduire dans les godets que durant le temps qu'elle y séjourne. Tous les automobilistes apprécieront cet ingénieux système.

## *Réparation des enveloppes de pneumatiques*

Voici une méthode intéressante pour rendre étanche une enveloppe endommagée par un clou ou un malencontreux silex. Elle comporte l'emploi d'un outil dont la forme rappelle celle d'un poinçon de tonnelier. Il en diffère cependant en ce que sa tige comporte une pièce mobile, le poinçon proprement dit, vissée dans la partie solidaire de la poignée. Tel qu'il est représenté sur la figure 1 ci-dessus, l'outil sert à traverser l'enveloppe (que l'on a démontée et démunie de sa chambre à air) à l'endroit de la crevaison. Ceci fait, on dévisse le poinçon et on y substitue une autre pièce faite d'une tige de même diamètre terminée par une rondelle de caoutchouc (fig. 2). En tirant sur l'outil, on amène cette pièce au contact de la surface intérieure de l'enveloppe (fig. 3). Ensuite, on sépare à nouveau l'outil du tronçon de tige serti dans l'épaisseur de l'enveloppe et l'on coupe, à trois millimètres de la surface extérieure du pneumatique, la partie de cette tige qui fait légèrement saillie (fig. 4).

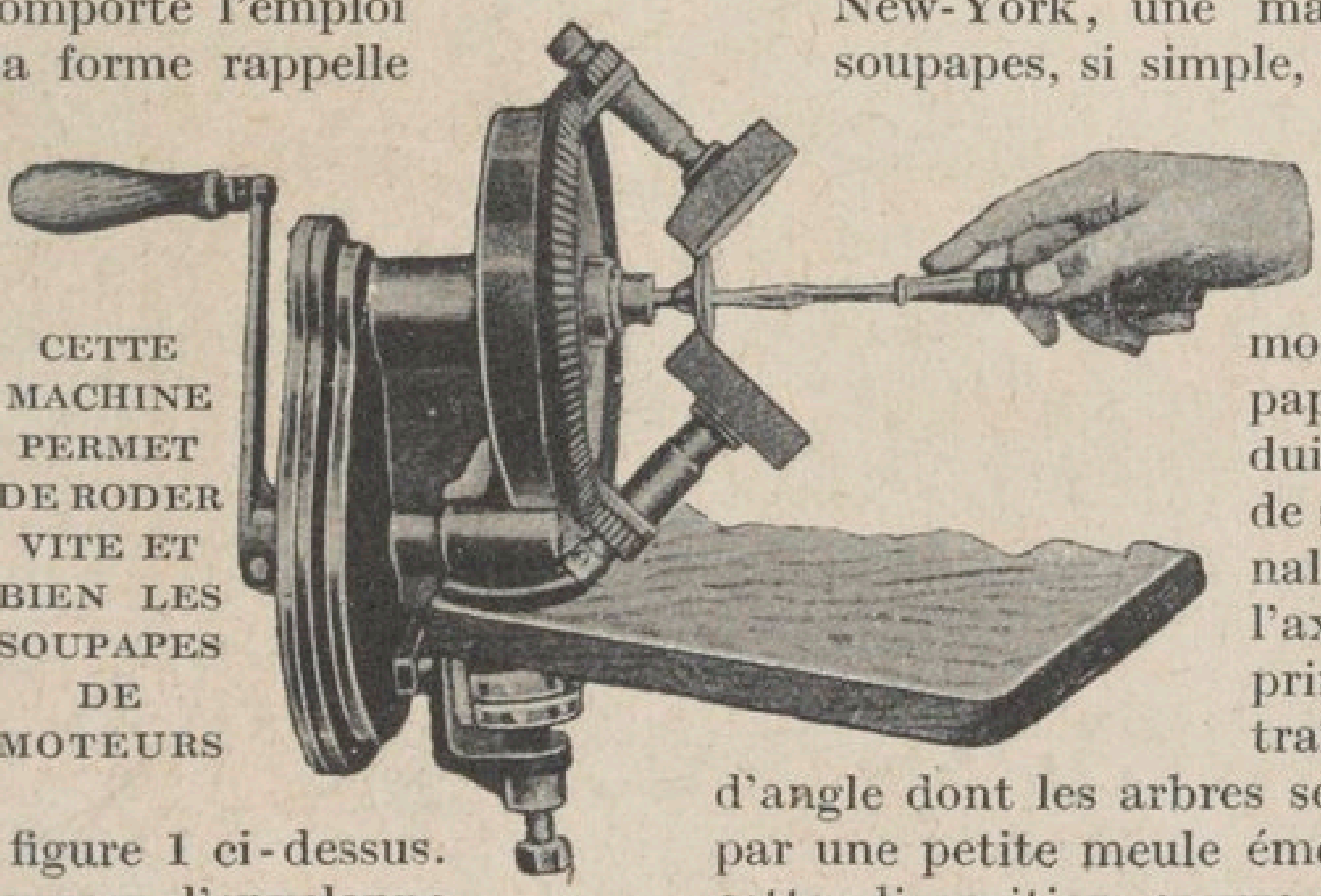
On comprend maintenant que la chambre à air, remise en place et gonflée, maintiendra la pièce de caoutchouc contre l'enveloppe et que cette pièce ne saurait se déplacer, étant également maintenue en position par son tronçon de tige.




ÉTAPES DE LA RÉPARATION D'UNE DÉCHIRURE D'ENVELOPPE PAR UN PROCÉDÉ NOUVEAU

## *Une ingénieuse machine à roder les soupapes*

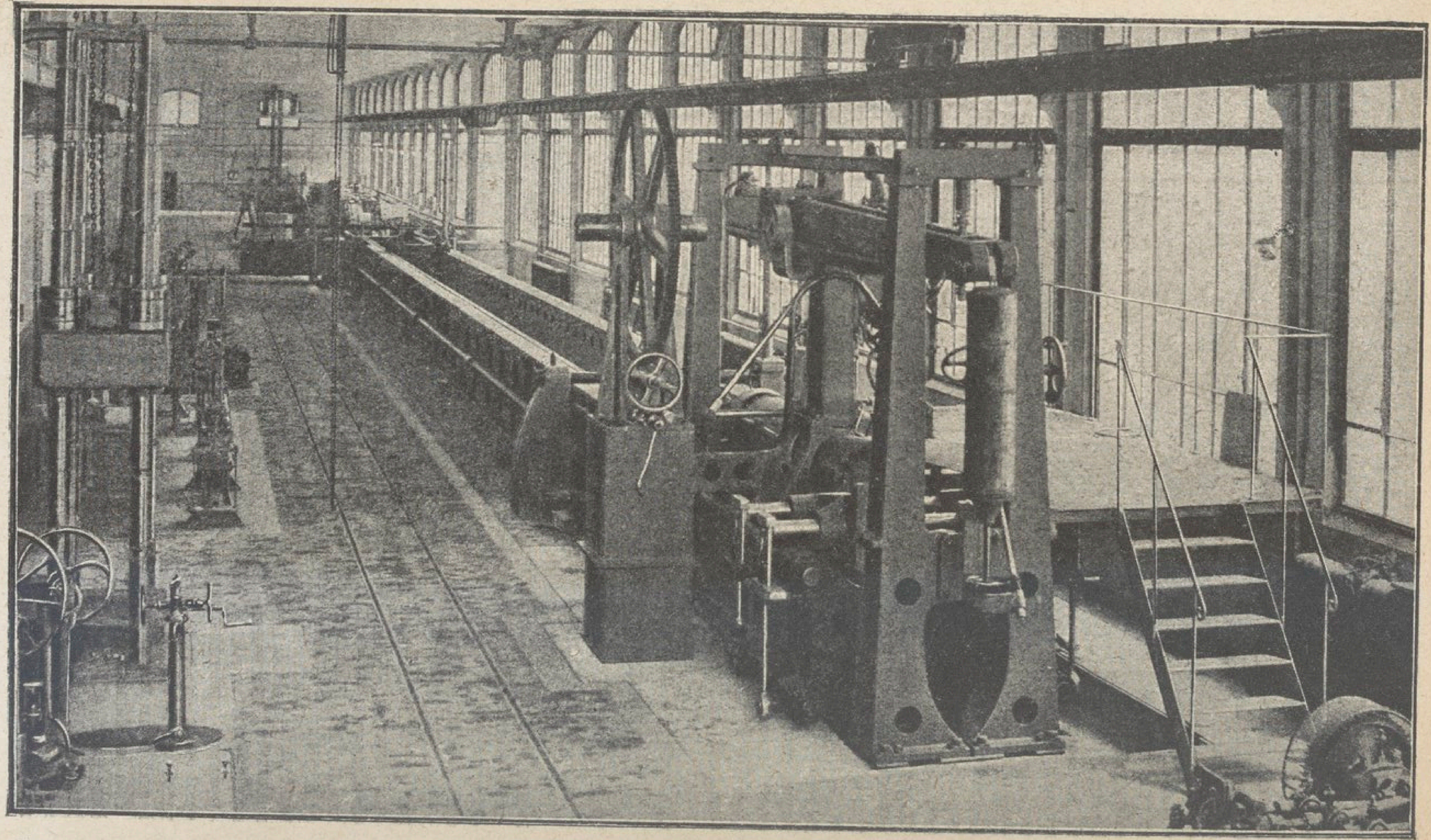
Pour terminer ce trop court aperçu, nous signalerons, parmi les nouveautés du dernier Salon automobile de New-York, une machine à roder les soupapes, si simple, qu'il n'est pas besoin d'examiner longtemps la gravure ci-contre pour en saisir le mode d'action. La soupape à roder est introduite par l'extrémité de sa tige dans un canal percé au travers de l'axe de l'engrenage principal. Celui-ci entraîne deux pignons d'angle dont les arbres se terminent chacun par une petite meule émeri. Il est clair que cette disposition assure un rodage parfait puisqu'il se fait sous un angle invariable et que, d'un autre côté, aucun réglage n'est nécessaire pour accommoder des soupapes de diamètres différents, tout au moins dans des limites raisonnables.



CETTE MACHINE PERMET DE RODER VITE ET BIEN LES SOUPAPES DE MOTEURS

WILLIAM CANTER.

## MACHINE BUCKTON POUR ESSAYER LA RÉSISTANCE DES MÉTAUX

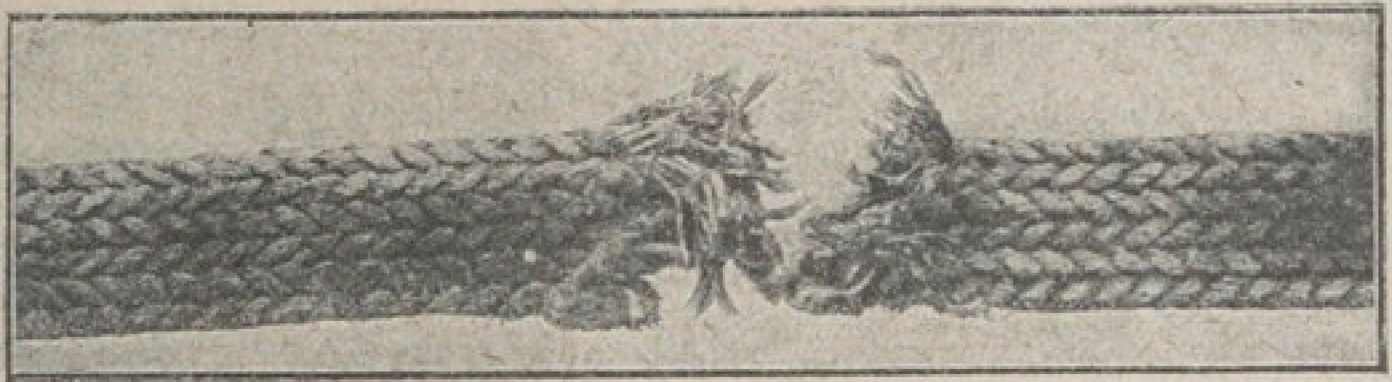


*Cette machine peut soumettre les matériaux à des essais de traction, de compression, de flexion, de torsion, etc., jusqu'à un effort maximum de 300 tonnes.*

# LA RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX ET LE LABORATOIRE D'ESSAIS DES ARTS ET MÉTIERS

Par Simon CROULEBOIS

Industriels, commerçants, entrepreneurs ou particuliers sont journellement appelés à soumettre à des essais mécaniques, physiques ou chimiques, susceptibles de les qualifier, les produits qu'ils vendent, qu'ils recommandent et dont ils sont responsables, les machines ou appareils dont ils se servent, les matériaux bruts ou ouvrés qu'ils emploient, les objets nouveaux qu'ils inventent. Pour ces essais, de nombreux appareils ont dû être créés pour répondre aux mille cas divers qui se présentent. Certains, d'un prix extrêmement élevé, ne se trouvent en France qu'à de rares exemplaires; nous pouvons citer, entre autres, les machines destinées à essayer les câbles de mines dont, seules, disposaient les stations d'essais de Liévin, actuellement en pays envahi, et quelques grandes compagnies minières, malheureusement encore aux mains de l'ennemi.



CABLE D'ALOÈS ROMPU PAR LA MACHINE BUCKTON

*La rupture a eu lieu sous une charge de 30.000 kilos.*

Au laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers échoit, désormais, le soin de procéder à des essais réguliers de ces câbles, de la solidité desquels dépendent chaque jour des milliers de vies humaines.

La guerre, d'ailleurs, qui a donné naissance à des industries nouvelles, qui a développé certaines fabrications et obligé nos ingénieurs à perfectionner leurs méthodes et à inventer des produits inédits, a montré l'importance et l'indispensabilité de ce laboratoire qui, bien que de fondation récente, puisqu'il date de 1901, est aussi complètement et parfaitement outillé que peut l'être un établissement de ce genre. L'Etat, pour recevoir les mille objets divers dont il avait besoin, pour juger la valeur des fournitures qui lui sont faites, a trouvé en lui un collaborateur savant, scrupuleux, dévoué, dont l'utile concours s'est affirmé et s'affirme encore à toute heure. Aussi est-ce là que nous nous sommes adressé pour connaître, afin de les décrire, les différents appareils, tout au moins les plus intéressants, qui servent aux essais mécaniques des métaux et des matériaux de construction, laissant de côté, aujourd'hui, les instruments de haute précision qui permettent d'étalonner et de vérifier les manomètres, baromètres, mesures de longueur, poids et balances, d'essayer les appareils d'optique, de photométrie et de photographie, les matières végétales nouvelles ou insuffisamment connues, les combustibles, huiles, essences et alcools, etc.

Le plus important de ces appareils est certainement la machine Buckton, qui est employée pour les essais de traction, de compression, de flexion et de torsion (Voir la photo à la page précédente).

Elle se compose d'un solide bâti de fonte, en forme de gouttière, mesurant vingt-cinq mètres de longueur sur un mètre carré de section. C'est à l'intérieur de cette gouttière que sont disposées les pièces à éprouver. Montée sur une série de galets, elle peut, sous l'action d'une puissante presse hydraulique, glisser et se déplacer suivant son axe, d'environ deux mètres. Dans cette gouttière, à deux mètres de son extrémité, et indépendante d'elle, se trouve une tête fixe destinée à recevoir l'accrochage de la pièce appelée à subir l'essai de traction et à servir, au contraire, de butée pour les expériences de compression. Une autre tête semblable, mais mobile, reçoit l'accrochage de l'autre bout de la pièce et s'ajuste, à l'aide d'en-

CABLES MÉTALLIQUES ROMPUS

*Les extrémités du câble sont noyées dans un alliage de plomb, pour faciliter l'accrochage de l'éprouvette. Charge de rupture : 295.000 kilos.*

coches, réparties le long des parois de la gouttière, à la distance voulue par la longueur totale de la pièce.

On essaie, sur cette machine, les câbles plats d'aloès pour puits de mines, dont nous parlons plus haut, des câbles métalliques, des chaînes, des cordages, des crochets d'attelage, des tendeurs, des manilles utilisés dans le matériel des chemins de fer, etc... et on détermine exactement la charge de rupture et l'allongement à la rupture.

Un câble étant ainsi fixé aux deux têtes, si, à l'aide de la presse hydraulique, on met l'appareil en mouvement, la gouttière glissera en avant, entraînant avec elle la tête mobile et tendant le câble, retenu par la tête fixe, jusqu'au point de le rompre. A ce moment, on lira sur l'appareil de mesure la charge sous laquelle le câble mis à l'épreuve a cédé.

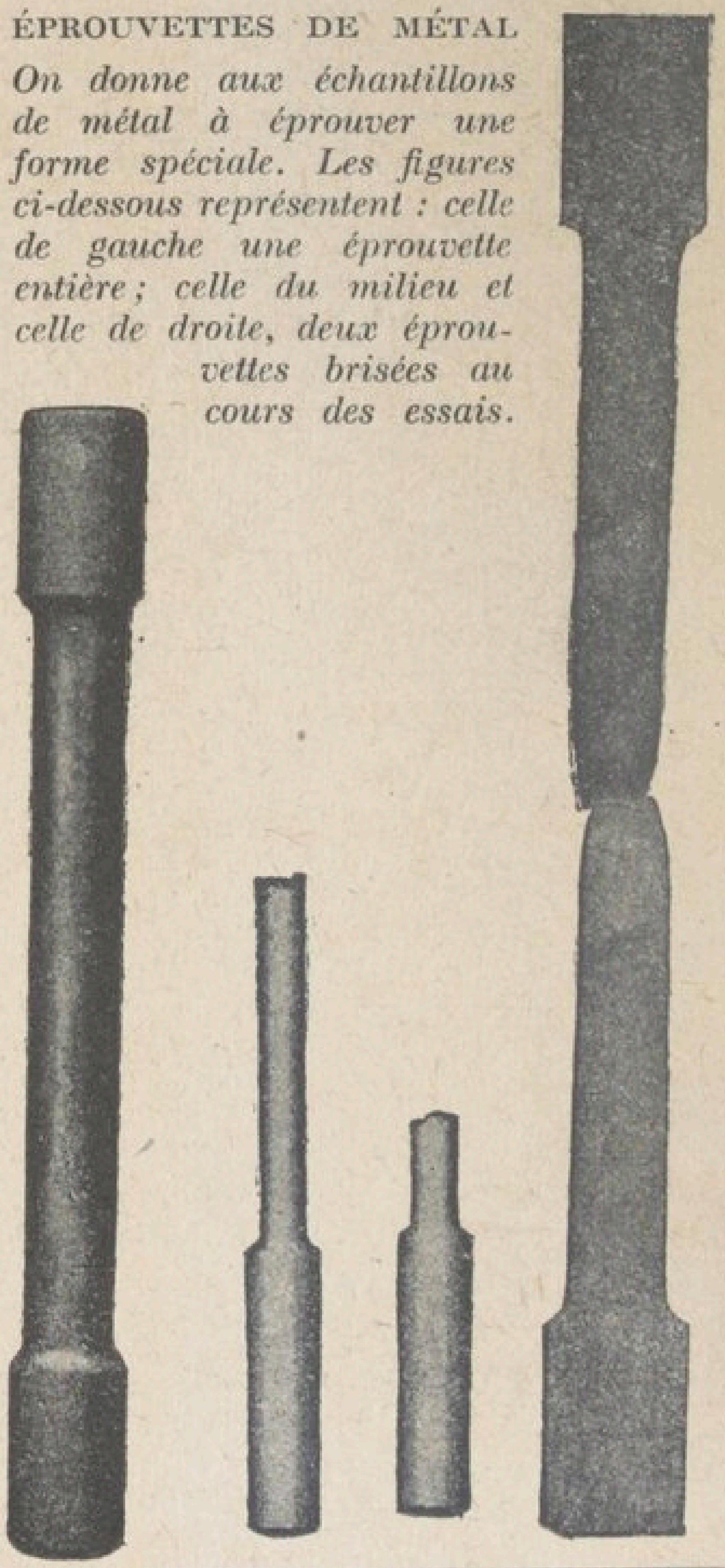
Pour les essais de compression, la pièce à examiner est placée entre la tête fixe et la plaque formant le fond du bâti, qui est actionné directement par le piston. Celui-ci, refoulé par l'eau, tend à rapprocher la plaque de fond de la tête fixe et, par conséquent, exerce une pression qui peut s'élever jusqu'à 300 tonnes. Cette expérience se fait également à l'extrémité opposée du bâti ; c'est alors la tête mobile montée au bout de la gouttière qui vient comprimer puissamment la pièce contre une solide poutre reliée par des tiges à la première tête fixe.

L'opération est sensiblement la même pour l'essai de flexion. La pièce de bois ou de fer à expérimenter est placée en travers de la poutre précédente, contre deux appuis rigides, dans l'espace de deux mètres laissé libre entre la poutre et la gouttière. La tête mobile, munie d'un couteau central, vient alors s'appuyer sur le milieu de la pièce en essai et détermine ainsi la flexion de l'éprouvette sous un effort plus ou moins puissant qui se traduit et est enregistré en kilogrammes.

Les organes producteurs d'effort de la machine Buckton se composent d'un cylindre à l'intérieur duquel se meut un piston plongeur de 60 centimètres de diamètre et 2 mètres de long. Ce piston, sous la poussée de l'eau, peut donc avancer de 2 mètres, longueur équivalente au déplacement du châssis mobile. Pour ramener ce piston en place, une fois l'expérience terminée, on

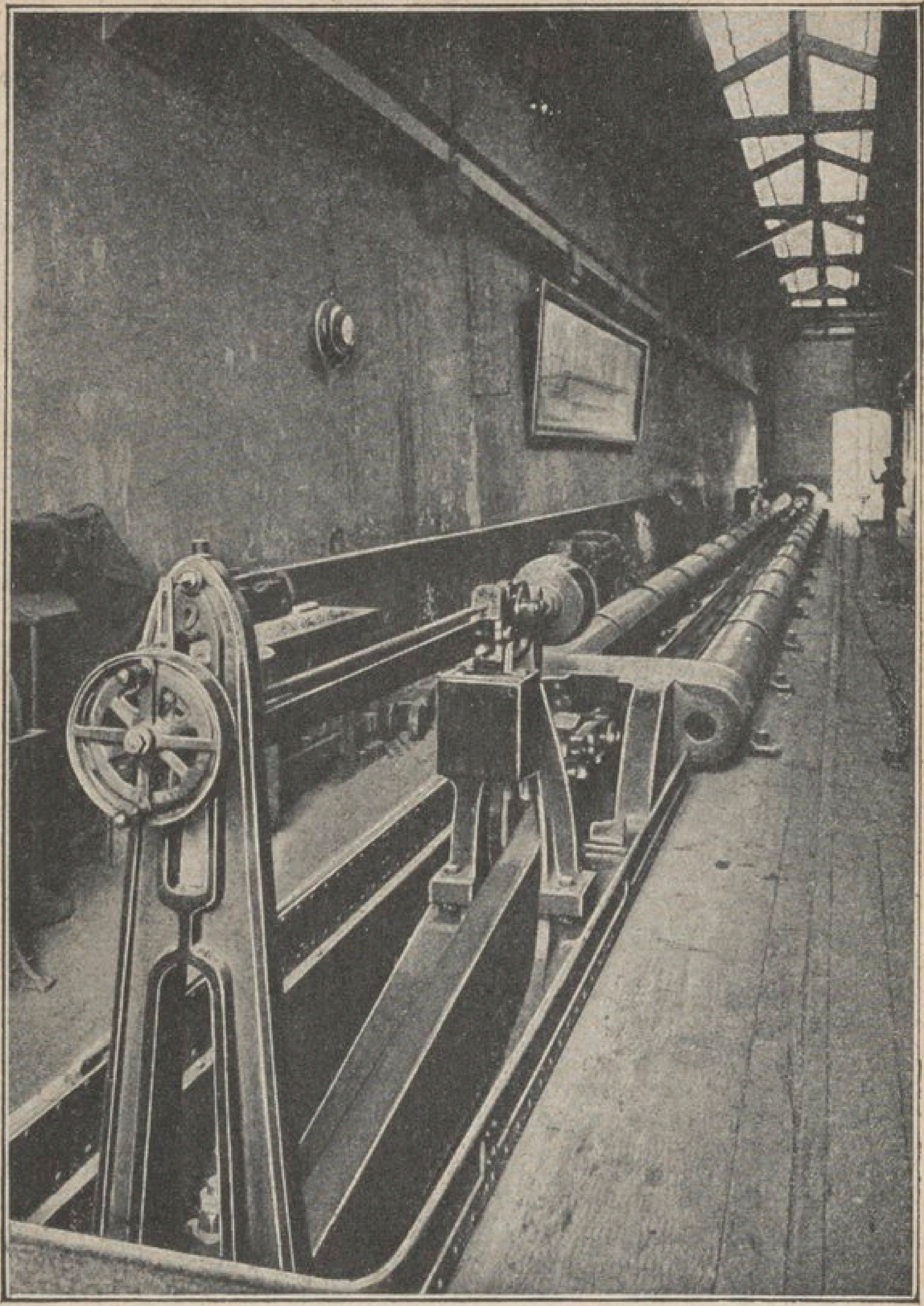
ÉPROUVETTES DE MÉTAL

*On donne aux échantillons de métal à éprouver une forme spéciale. Les figures ci-dessous représentent : celle de gauche une éprouvette entière ; celle du milieu et celle de droite, deux éprouvettes brisées au cours des essais.*



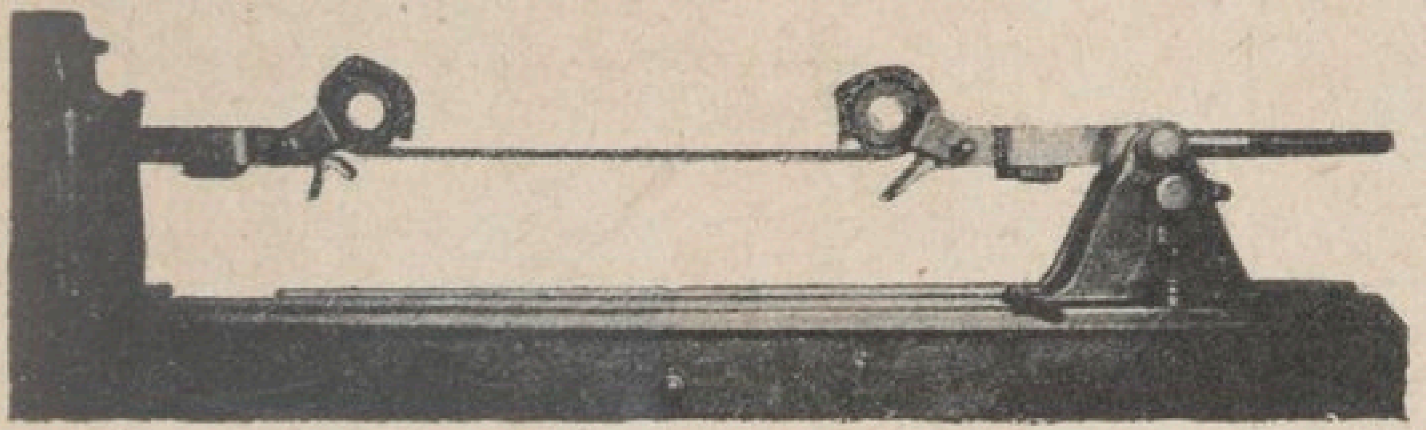
utilise un autre cylindre, dans lequel se meut un piston ordinaire pouvant subir, dans ses deux sens, l'effet de la pression hydraulique. La force motrice est fournie par un accumulateur hydraulique de 125 kilos de pression par centimètre carré, alimenté par une pompe à trois corps.

Par l'intermédiaire de grandes tiges, solidaires de la tête fixe, d'un système de leviers coudés et d'un palonnier, l'effort de traction exercé sur la machine est transmis, avec une démultiplication convenable, à un fléau de romaine sur lequel un poids curseur de 100 kilos, muni d'un index, se déplace devant une graduation. Ce poids permet d'équilibrer à chaque instant l'effort produit. La course complète du poids sur son fléau, commandée à la main par l'opérateur, au moyen d'un volant, équilibre un effort maximum de 60 tonnes; quand cet effort est atteint, on ramène le curseur à l'origine de la graduation et on le remplace par un poids équivalent, accroché à l'extrémité qu'il vient de quitter, de la même façon que l'on ajoute un poids supplémentaire sur le petit plateau d'une bascule. Cette opération, répétée cinq fois, permet d'arriver ainsi à l'effort maximum de 300 tonnes, mesurable par la machine.



MACHINE A ESSAYER LES CHAINES PAR TRACTION DIRECTE

*Cette machine est basée sur le principe de celle de Buckton, et elle permet d'obtenir un effort de traction de près de 400 tonnes.*

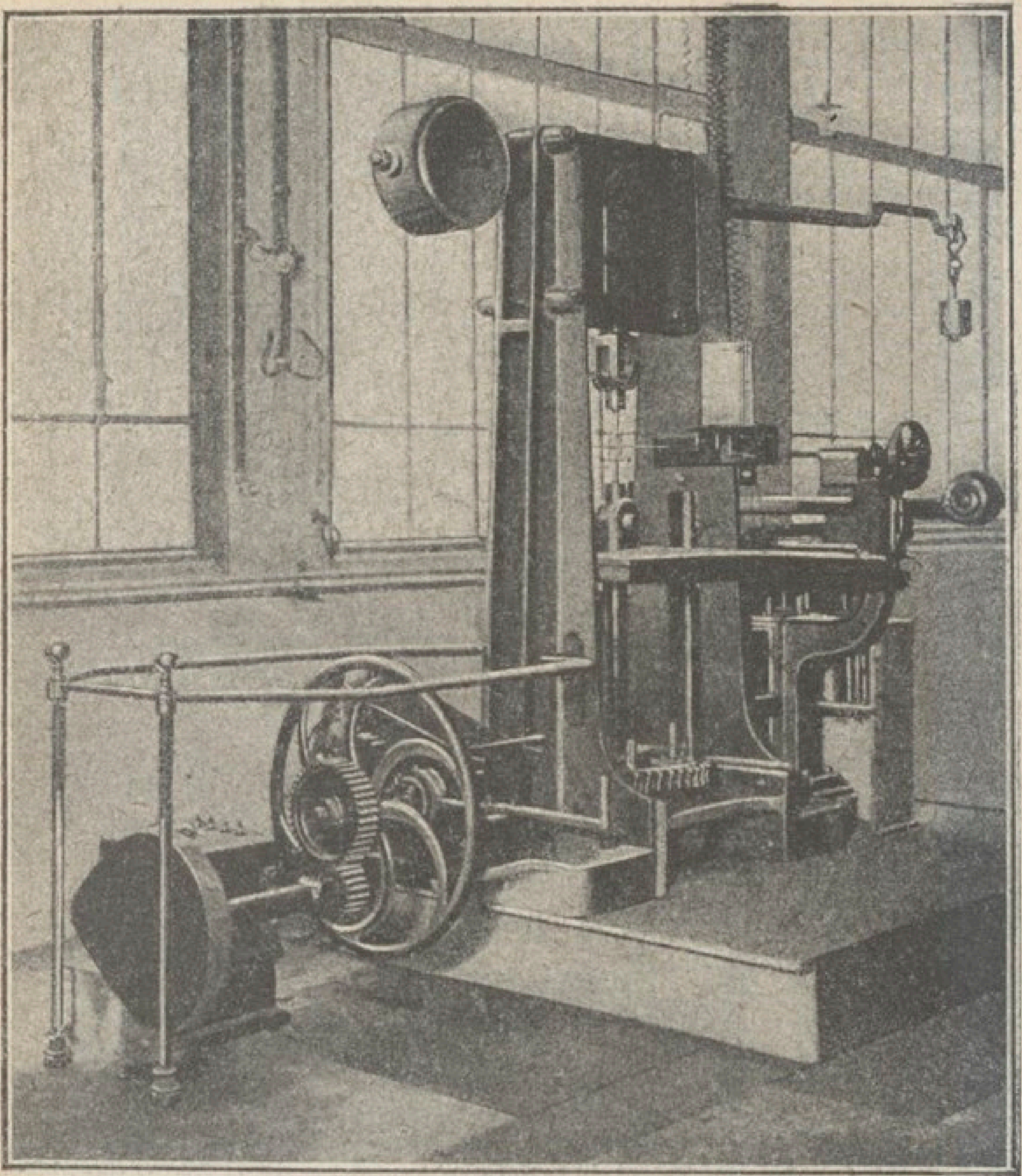


ESSAI A LA TRACTION DE PETITS CABLES MÉTALLIQUES

*Les extrémités de ce câble sont montées sur des poulies à qui leur forme spéciale a fait donner le nom de « cors de chasse ».*

Pour essayer à la traction les câbles métalliques ronds ou plats, on fait subir à l'échantillon une préparation spéciale en vue de l'accrochage. Les deux extrémités de cet échantillon sont ouvertes, les fils sont détordus, étamés, et la tête, ainsi épanouie, est noyée dans un alliage à base de plomb et de zinc coulé en forme de dés coniques qui viendront se prendre dans les mordaches femelles de même forme de la machine.

Pour les chaînes soumises à l'essai, chaînes de navires, de moufles ou d'attelages de



MACHINE TRAYVOU POUR DÉTERMINER LE DEGRÉ D'ÉLASTICITÉ ET D'ALLONGEMENT DES MÉTAUX

*Cette machine enregistre les efforts jusqu'à 25 tonnes et note la charge de rupture des métaux soumis à l'essai.*

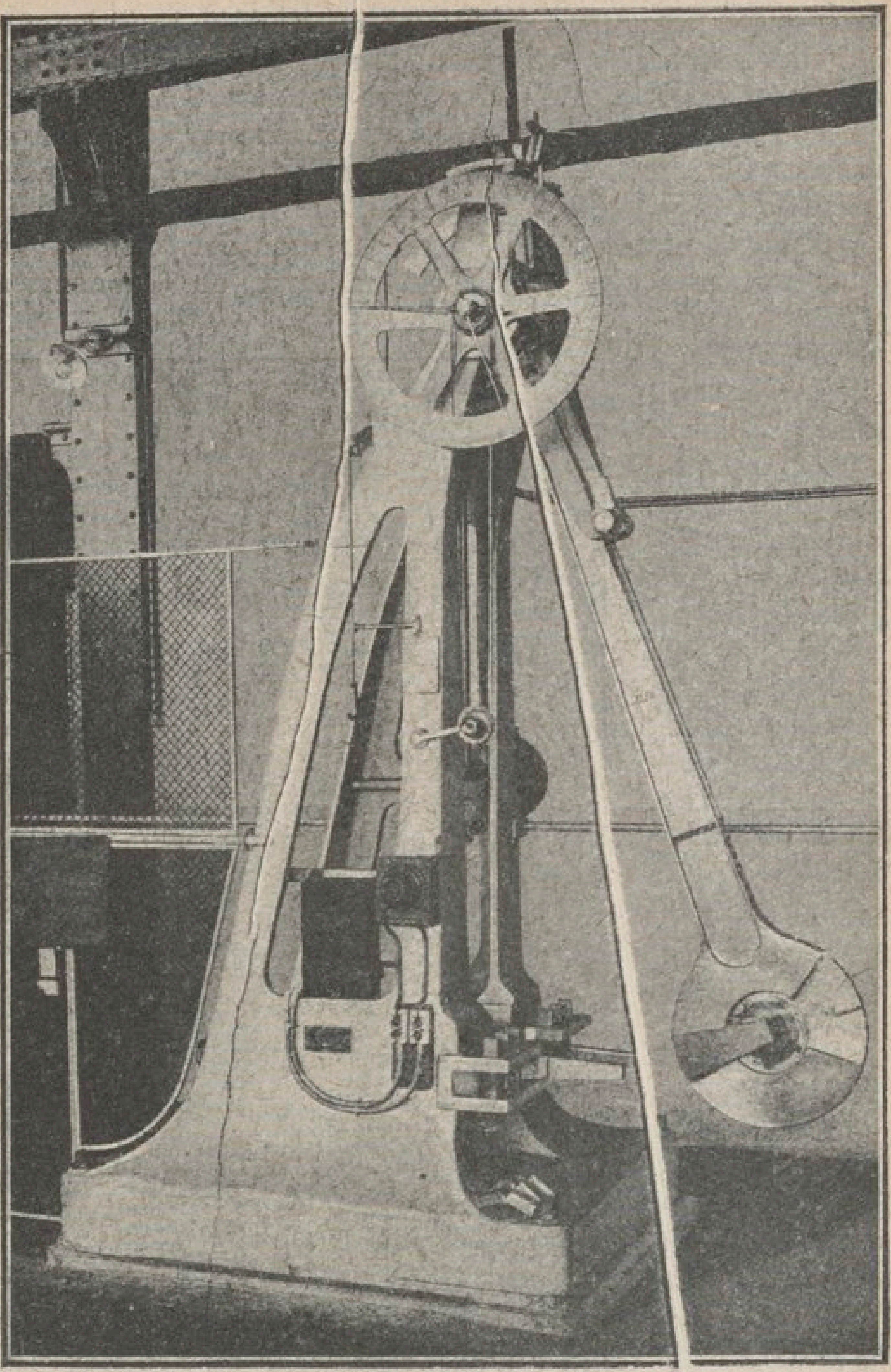
wagons, c'est un maillon qui est pris dans une mâchoire épousant exactement sa forme.

Les cordages de chanvre ou d'aloès, les ficelles, les fils, sont pris sur des poulies portant un crochet en un point de la circonférence. On fait une boucle à l'extrémité de l'échantillon, on la passe sur le crochet, on fait un tour sur la poulie et on répète l'opération à l'autre bout. On a donné à ces poulies le nom de « cor de chasse », qu'elles rappellent en effet, par leur forme spéciale (figure à la page précédente).

Les métaux sont également soumis à des essais de traction, de compression, de flexion, de choc, de torsion et de dureté. Il est des machines spéciales pour chacune de ces expériences. Les éprouvettes ordinaires, de formes déterminées, consistent, pour l'épreuve de traction, en tiges de section ronde ou prismatique, terminées par des têtes destinées à être saisies par les mordaches de l'appareil de traction. Les dimensions de ces éprouvettes sont très variables, suivant les dimensions des échantillons. C'est ainsi que l'on peut effectuer des essais de traction sur des fils de quelques centièmes de millimètres aussi bien que sur des barres de 70 millimètres de diamètre.

La *machine Trayvou* (figure ci-contre) qu'on utilise pour ce genre d'essai, permet de déterminer la limite élastique apparente, l'allongement élastique, la charge de rupture par millimètre carré, l'allongement à la rupture. Cette machine enregistre les efforts jusqu'à 25 tonnes, et peut être vérifiée à volonté au moyen de 25.000 kilogrammes de poids étalons, disposés dans une fosse assez profonde au-dessous de la machine. Ces poids peuvent être suspendus à la tête supérieure de la machine.

Une des têtes de l'éprouvette est engagée dans la mâchoire supérieure suspendue à une sorte de bascule que l'on peut considérer comme un point à peu près fixe, l'autre tête est prise par la mâchoire inférieure, solidaire d'une vis verticale commandée par une roue dentée et une vis tangente qu'actionne un moteur électrique. En faisant descendre la mâchoire inférieure, on exerce sur l'éprouvette un effort de traction dont la charge se lira sur le fléau de la romaine, attenant à l'appareil. Pour que l'opération présente toutes les garanties possibles, on l'a rendue entièrement automatique ; ainsi le poids curseur se déplace sur le fléau de la balance à l'aide d'un servo-moteur électrique et en assure à chaque instant l'équilibre sans que la main de l'opérateur ait à intervenir. Pour cela, l'extrémité du fléau est engagée entre deux contacts électriques, suffisamment rapprochés l'un de l'autre pour ne laisser qu'une très faible course à l'oscillation du bras de levier. L'effort augmente-t-il, le fléau se soulève et rencontre le contact supérieur ; le petit moteur éloigne aussitôt le poids curseur qui fait redescendre le fléau :



LE MOUTON-PENDULE DE CHARPY POUR MESURER LA FRAGILITÉ DU MÉTAL

*Entre les bras d'un pylône, le mouton se balance et vient briser l'éprouvette métallique placée en travers de sa course.*

l'équilibre est rétabli. En cas contraire, c'est le contact inférieur qui est touché et le moteur agit alors en sens inverse. L'opérateur n'a donc qu'à suivre attentivement la marche du poids curseur sur le fléau et à relever la charge inscrite sur la graduation au moment où l'expérience s'arrête.

Le résultat s'enregistre d'ailleurs sous la forme d'un graphique qu'un style, relié à l'appareil par un dispositif de commandes convenables, trace au fur et à mesure sur un cylindre.

Le *mouton-pendule de Charpy* s'emploie pour mesurer la fragilité du métal sous des efforts de pliage ou de flexion au choc sur deux appuis. Il se compose d'un pylône vertical, entre les bras duquel se balance un pendule dont l'extrémité inférieure est évidée suivant un secteur horizontal. Au fond de ce secteur, dans l'axe même du pendule et verticalement, est fixé un couteau destiné à venir frapper l'éprouvette que l'on a disposée à la base du pylône, entre deux repos en acier trempé, distants entre eux de douze centimètres; l'éprouvette se présente donc, horizontalement, en face de l'évidement du pendule.

L'éprouvette est établie d'une façon spéciale ; c'est un barreau, mesurant seize centimètres de longueur sur trois d'épaisseur. En son milieu, ce barreau est entaillé jusqu'à la moitié de son épaisseur. Il est placé sur les appuis, l'entaille opposée au couteau du pendule, de telle sorte que le couteau viendra le frapper dans sa partie la plus faible.

L'appareil, d'autre part, comporte un cadran fixe gradué devant lequel se déplacent deux aiguilles ; l'une, solidaire du pendule, suivra celui-ci dans tous ses mouvements ; l'autre, libre, mais montée à frottement doux sur son axe. Il s'ensuit que, poussée par l'aiguille du pendule, l'aiguille libre restera immobile à la place qu'elle occupera lorsque l'autre reviendra en arrière ; c'est, en somme, une aiguille à maximum.

Le fonctionnement de l'appareil est le suivant : le pendule, une fois relevé à bout de course, retombe sur l'éprouvette qui s'engage dans l'évidement et, sous le choc du couteau, est brisée. Le pendule continue sa course de l'autre côté du pylône jusqu'à une certaine hauteur, qui sera d'autant plus grande que la résistance au choc de l'éprouvette, sa résilience, pour employer le terme consacré, aura été moindre. A ce point, l'aiguille à maximum s'est arrêtée et l'angle qu'elle forme alors avec la verticale donne la mesure de la fragilité du métal. Cet angle est, en réalité, transformé par le calcul en kilogrammètres absorbés par le choc.

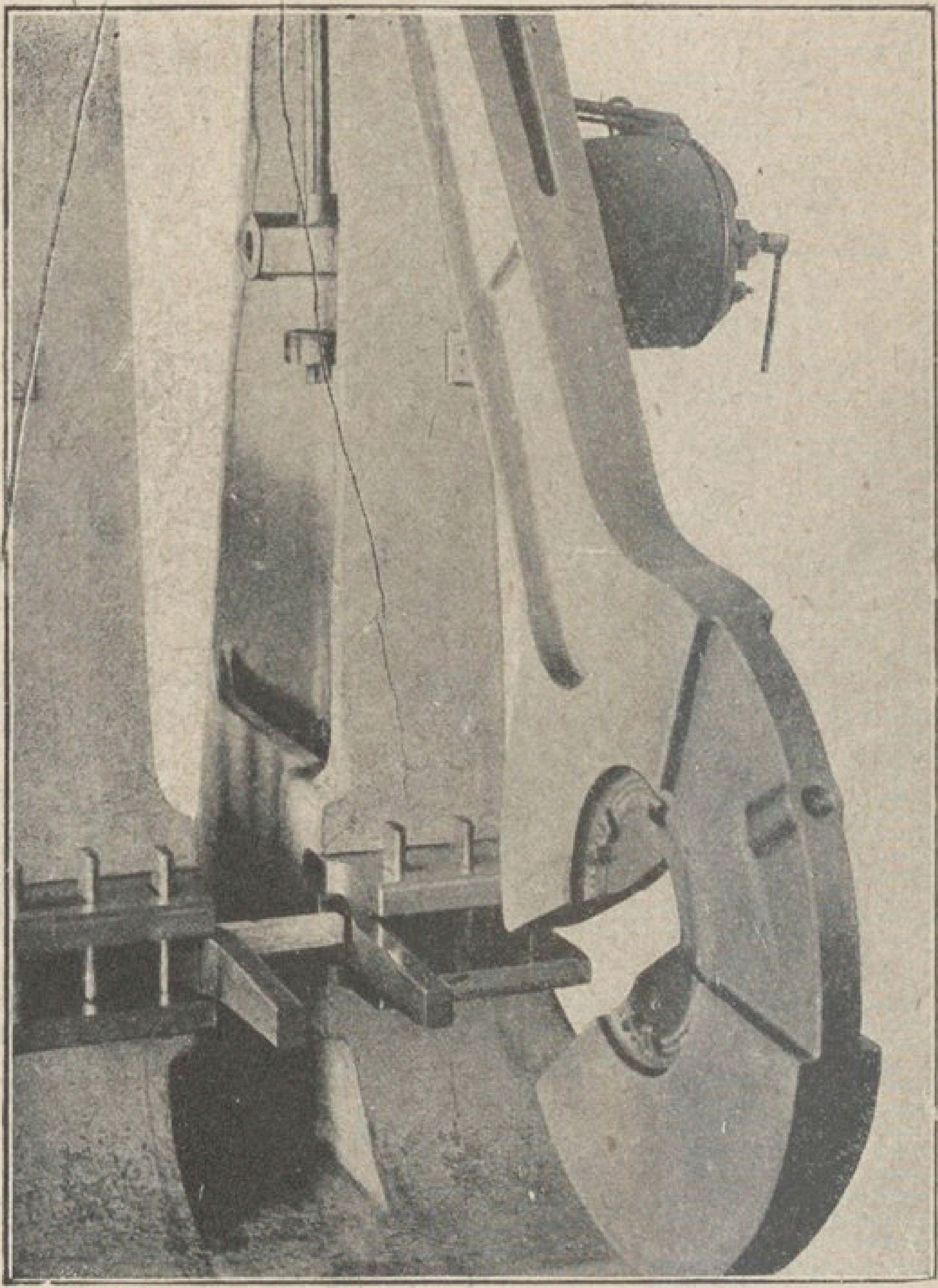
Le *mouton* ordinaire, que l'on emploie pour les essais de choc, n'est autre, comme dispositif, que le mouton dont on se sert pour enfoncer les pilotis dans les terrains humides.

Ce mouton pèse 5, 10, 20 ou 40 kilogrammes, suivant les cas, et sa hauteur maximum de chute est de 4 m. 50. On compte le nombre de coups ou de kilogrammètres apparents amenant la rupture ou une déformation complète de l'éprouvette, qui a été disposée sur deux appuis au fond de course du mouton.

Pour mesurer la dureté des métaux, on utilise un appareil à billes, d'après le procédé *Brinell*. Le bâti de l'appareil, qui affecte la forme d'un C majuscule, comporte dans sa partie supérieure une vis de réglage actionnée par un volant et munie à sa pointe extrême d'une bille de 10 millimètres de diamètre, maintenue dans une petite alvéole. Sous le volant, une bande cylindrique graduée, fixée au bâti ; un index, solidaire de la vis de réglage, se déplace devant la bande graduée. Dans la partie inférieure du bâti, opposé à la vis, est logé un matelas élastique sur lequel on dispose l'éprouvette d'acier ou la pièce dont on veut évaluer la dureté. Ce matelas est supporté par un balancier qui s'appuie, par son pied incurvé, sur un couteau fixe et, par son extrémité supérieure, contre la came d'un levier manœuvré à la main.

En déplaçant ce levier et la came qui en est solidaire, suivant un angle de 45 degrés environ, on agit sur le balancier, et, par suite, sur le matelas élastique. Celui-ci, rigoureusement taré, donne 3.000 kilos pour la course d'aplatissement que lui communique le balancier pour l'amplitude totale du mouvement du levier à main (figure à la page suivante).

Pour opérer, on rejette en arrière le levier, on place l'objet à essayer sur la butée du matelas élastique, et, à l'aide du volant, on amène la vis et la bille qu'elle commande en contact avec la pièce. A ce moment, la vis reste immobilisée et l'index est mis en face du repère de la graduation. On donne un coup du levier en avant et on le ramène en place ; dans ce mouvement, la butée du matelas élastique a été soulevée, et la pression ainsi exercée sur la bille a laissé sur la pièce une empreinte plus ou moins profonde de cette bille. A l'aide de la vis, on ramène au contact ; nouveau coup de levier, nouvelle pression de la bille qui accentue son empreinte. On répète ainsi l'opération jusqu'à ce que la vis ne tourne plus, c'est-à-dire jusqu'à ce que le métal résiste à la pression. L'index, qui s'est déplacé avec la vis indique, sur la graduation, le degré de dureté du métal qui se mesure en kilogrammes.



DÉTAIL DU BALANCIER-PENDULE ET DU COUTEAU DE L'APPAREIL CHARPY

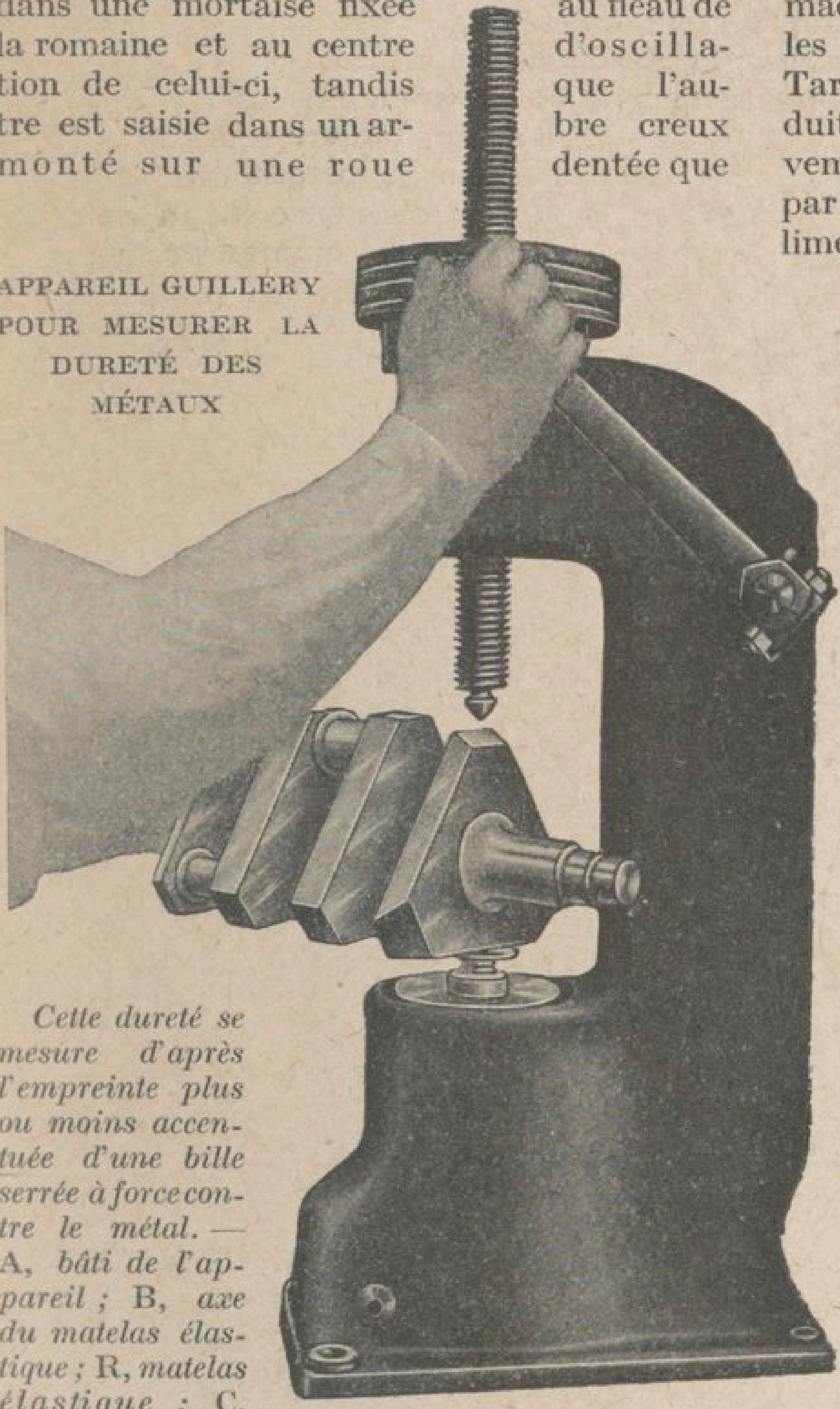
*L'éprouvette de métal est placée entre les deux bras du pylône, sur le passage du balancier, qui l'écrase.*

Un autre procédé d'évaluation consiste à mesurer exactement le diamètre de l'empreinte. D'après un barème établi, ce diamètre se traduit en kilogrammes ; ainsi, pour un diamètre de 3,6 millimètres, on trouve que la résistance d'un acier ordinaire est de 95 kilogrammes au millimètre carré.

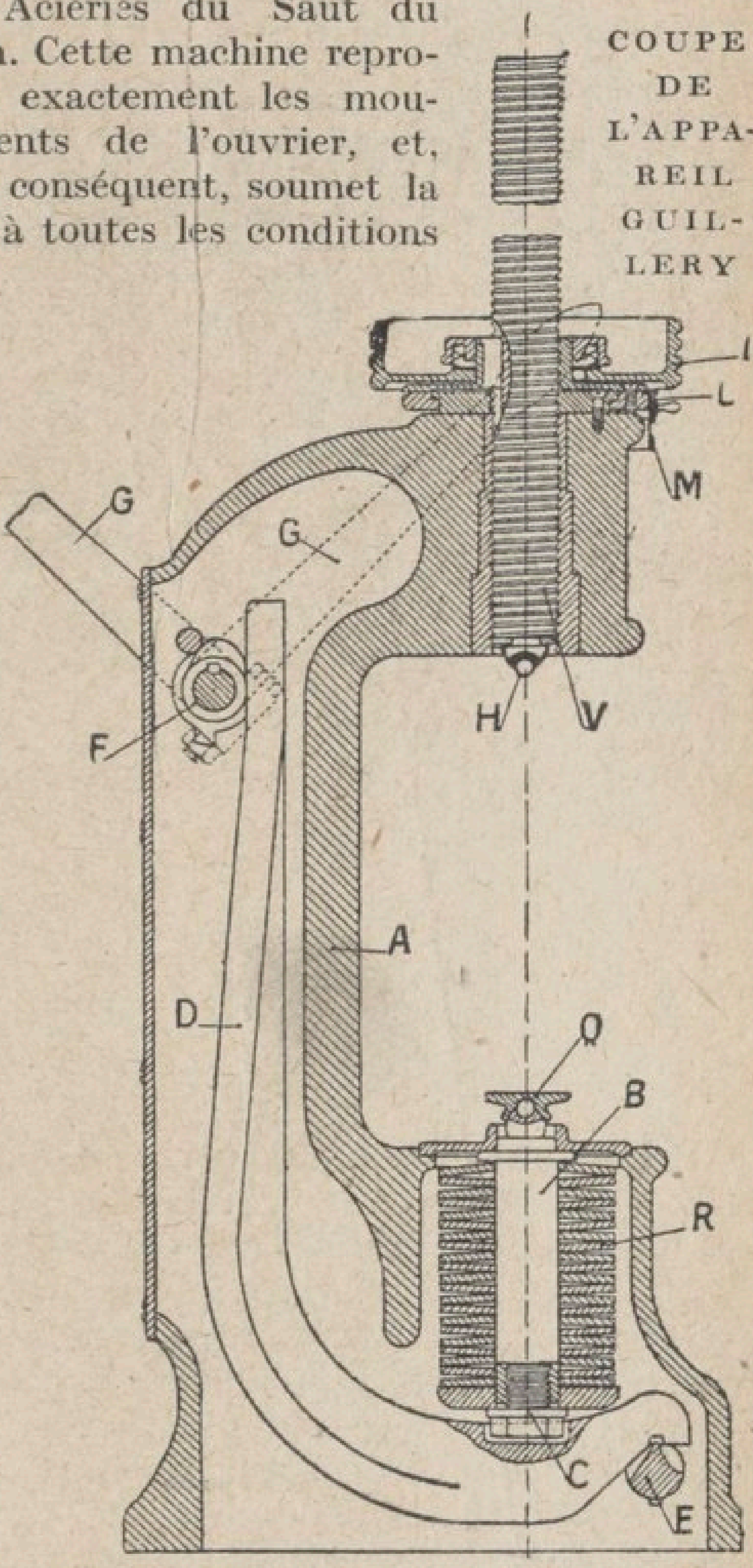
Pour les essais de torsion des métaux, l'éprouvette à essayer est de forme et de dimensions déterminées ; elle est terminée par deux têtes carrées dont l'une est engagée dans une mortaise fixée au fléau de la romaine et au centre d'oscillation de celui-ci, tandis que l'autre est saisie dans un arbre creux monté sur une roue dentée que commande une vis tangente actionnée par un moteur électrique. Lorsque l'arbre creux tourne, l'éprouvette est soumise à un effort de torsion que l'on équilibre à chaque instant par le déplacement du poids curseur et que l'on mesure en kilogrammètres. C'est sur la machine Bukton, décrite au début de cet article, que cet essai a lieu.

Comme se rattachant à la section des métaux, on peut citer les essais que l'on fait subir aux limes, pour étudier leur dureté et leur durée. Pour plusieurs raisons, le temps nécessaire à une usure complète ou l'irrégularité du travail manuel, l'essai à la main de ce petit outil, un des plus importants en raison de la main-d'œuvre qui s'attache à son emploi, est, pour ainsi dire impossible. On a donc eu recours à une machine spéciale et ingénieuse fabriquée par les Aciéries du Saut du Tarn. Cette machine reproduit exactement les mouvements de l'ouvrier, et, par conséquent, soumet la lime à toutes les conditions normales d'usure de l'outil, répétées avec la constance et la régularité indispensables.

La lime est placée horizontalement et reçoit, à l'aide d'une bielle, un mouvement alternatif dont l'amplitude peut être réglée d'après la longueur de la lime. Elle s'appuie sur une éprouvette d'acier très homogène, et sa pression sur cette éprouvette est réglée par un poids variable suivant la grandeur et la taille de la lime. La charge de ce poids est supprimée, par un soulèvement automatique, pendant le retour en arrière de la lime, de telle sorte que l'usure de l'éprouvette d'acier ne se produit que dans le sens de l'aller.



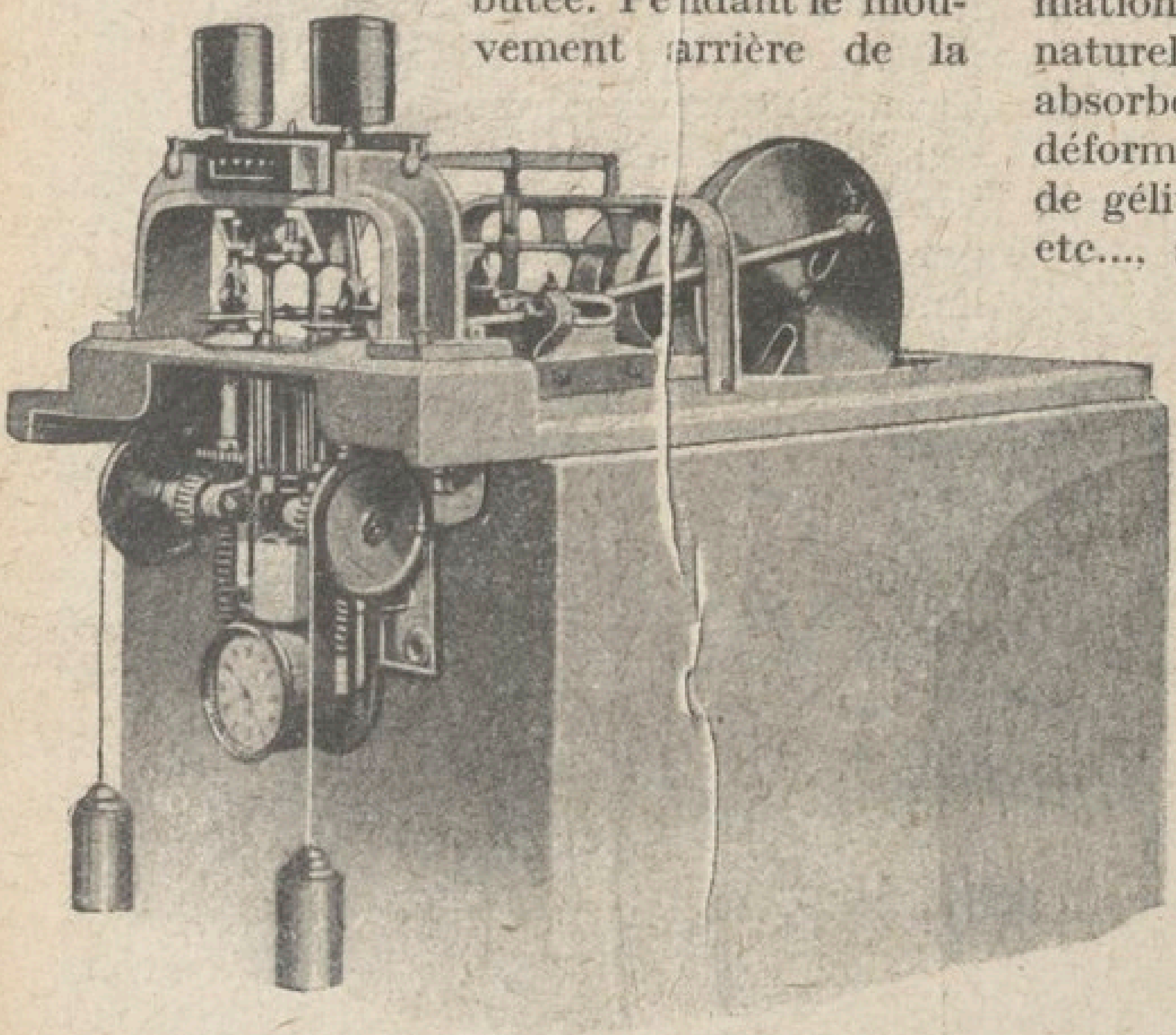
APPAREIL GUILLERY POUR MESURER LA DURETÉ DES MÉTAUX




COUPE DE L'APPAREIL GUILLERY

*Cette dureté se mesure d'après l'empreinte plus ou moins accentuée d'une bille serrée à force contre le métal. —* A, *bâti de l'appareil ;* B, *axe du matelas élastique ;* R, *matelas élastique ;* C, *point d'appui du matelas ;* D, *balancier multiplicateur ;* E, *point d'appui du balancier ;* F, *came de manœuvre ;* G, *levier de manœuvre ;* H, *bille d'épreuve ;* V, *vis de réglage ;* I, *volant de la vis ;* L, *index-curseur ;* M, *bande graduée indiquant, après l'opération, la dureté du métal en kilogrammes ;* O, *butée.*

L'éprouvette, ronde, a son axe vertical et la lime travaille sur sa section droite. Un contrepoids, agissant de bas en haut, ramène l'éprouvette en contact permanent avec une butée. Pendant le mouvement arrière de la



MACHINE A USER LES LIMES

*Cet appareil, qui reproduit exactement les mouvements de l'ouvrier, permet de se rendre compte de la résistance à l'usure d'après le nombre de coups de lime donnés.*

lime, l'éprouvette tourne d'un certain angle autour de son axe vertical. Ainsi, la surface d'usure de l'éprouvette est constamment une section droite située à une hauteur constante, d'où une usure régulière.

Le poids de limaille produit à chaque instant, est mesuré par la diminution de longueur de l'éprouvette. Un levier trace cette diminution, au moyen d'un style, sur un cylindre enregistreur mû par un mouvement d'horlogerie. Un compteur indique également le nombre de coups de lime donnés. On peut donc évaluer ainsi, à chaque instant, le degré d'usure de l'échantillon, par rapport au nombre de coups de lime.

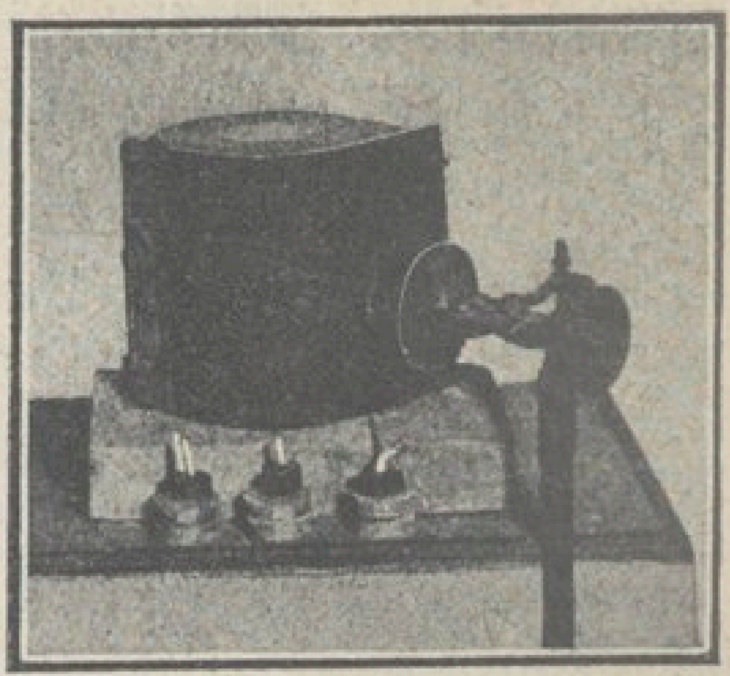
Cette machine est disposée de façon à faire porter l'essai sur deux limes simultanément.

Les matériaux de construction sont également soumis à des essais de résistance. Ces divers matériaux peuvent se répartir en quatre catégories : chaux, ciment, sables, plâtres et généralement tous les liants ; pierres naturelles, de pavage, d'empierrement ; pierres artificielles et agglomérés, produits céramiques, tuiles, briques, etc... ; enfin, les matériaux réfractaires.

Pour la première catégorie, les essais portent sur la finesse de mouture, la densité apparente, le poids spécifique, la proportion d'eau de gâchage, la durée de prise sous l'eau potable, la résistance à la traction de la pâte de ciment ou de chaux, la déformation à froid et à chaud. Pour les pierres naturelles, on détermine la proportion d'eau absorbée, la résistance à la compression, la déformation physique apparente après essai de gélivité. Les agglomérés, briques, tuiles, etc..., subissent des essais de porosité, de perméabilité, de résistance à la rupture par flexion, de compression avant et après l'essai de gélivité.

Pour ces essais, les échantillons de matériaux doivent avoir des formes et des dimensions déterminées d'après les appareils auxquels ils seront soumis. A cet effet, le Laboratoire d'essais des Arts et Métiers possède un atelier complet pour le débitage et la constitution de ces échantillons : scie rotative au carborandum, scie alternative, fil hélicoïdal, lapidaire ou meule horizontale. Là sont taillées les éprouvettes des différentes sortes de pierres et sont moulés les petits cubes de produits agglomérés, tels que céramiques, briques, tuiles, ciments et autres matériaux réfractaires.

Parmi ces derniers matériaux, nous trouvons les briques de silice, utilisées dans la construction des voûtes de fours Martin et fours électriques qui servent à fabriquer l'acier et les ferro-alliages, au manganèse, au chrome, au nickel, au tungstène, etc...



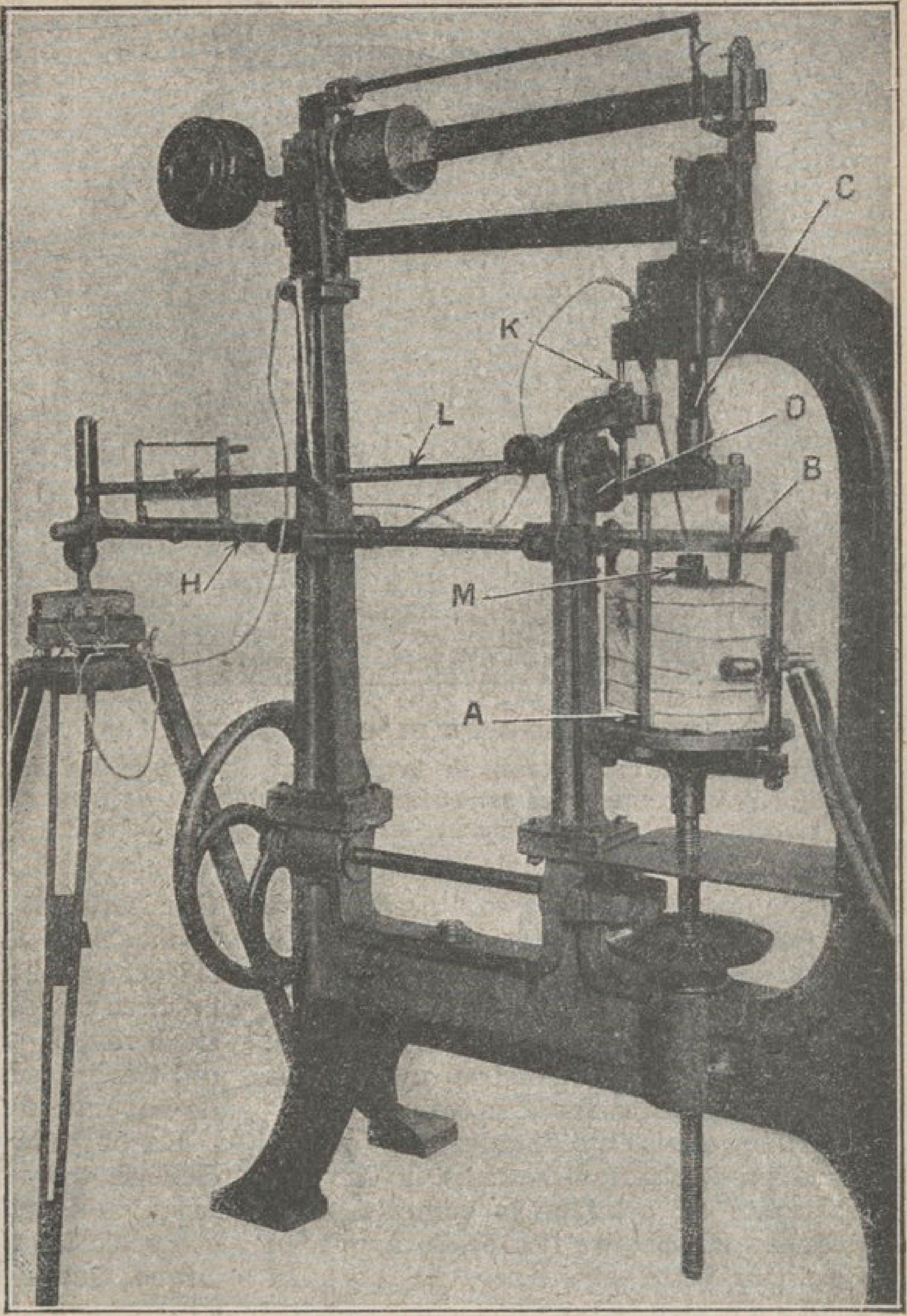
FOUR A TEMPÉRATURE ÉLEVÉE

*Dans ce four spécial, on peut atteindre une température de 2.000 degrés. — Au premier plan, des montres fusibles.*

Ici encore, il faut reconnaître que nous étions tributaires de notre ennemi, l'Allemand. C'est de chez lui que nous venaient et la brique de silice et les « montres » chargées de contrôler les températures que ces briques peuvent supporter. Une « montre » est un petit bloc de silicate d'alumine ayant la forme

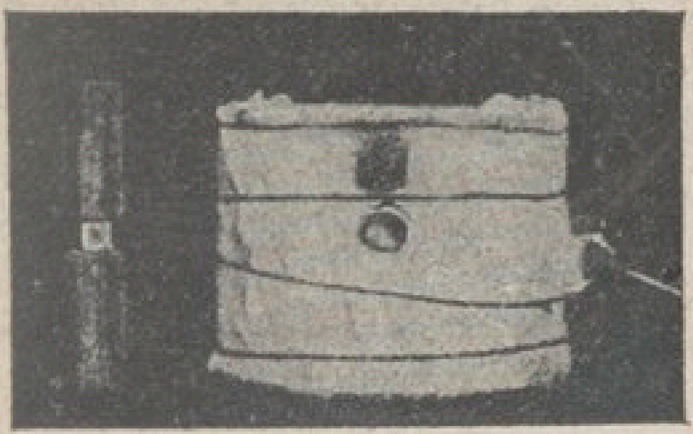
d'une pyramide triangulaire et l'aspect d'une dent d'animal. On la place dans le four à expérience, et, comme elle a été établie pour supporter telle ou telle température, on saura que cette température est atteinte et va être dépassée au moment où la montre entre elle-même en fusion.

Dès les premiers mois de la guerre, nous nous trouvâmes donc bien embarrassés, ne possédant ni les briques de silice nécessaires à la construction des fours, ni le moyen de contrôler le degré de résistance à la chaleur des matériaux réfractaires. La production de l'acier et autres métaux spéciaux prenait chaque jour des proportions plus grandes ; les fours nécessaires à la métallurgie étaient non seulement en trop petit nombre, mais, sous le travail intensif, s'usaient rapidement. Or, un four Martin en briques de silice, susceptible de supporter des températures de 1.700 degrés, ne s'arrête que lorsque son garnissage réfractaire n'est plus en état de fonctionner. Il fallait donc créer de toutes pièces une industrie pour laquelle nous n'étions que très imparfaitement outillés ; c'est à quoi avisa le ministère de l'Armement en organisant un service spécial pour la production des matériaux réfractaires.




APPAREIL D'ÉCRASEMENT A HAUTE TEMPÉRATURE

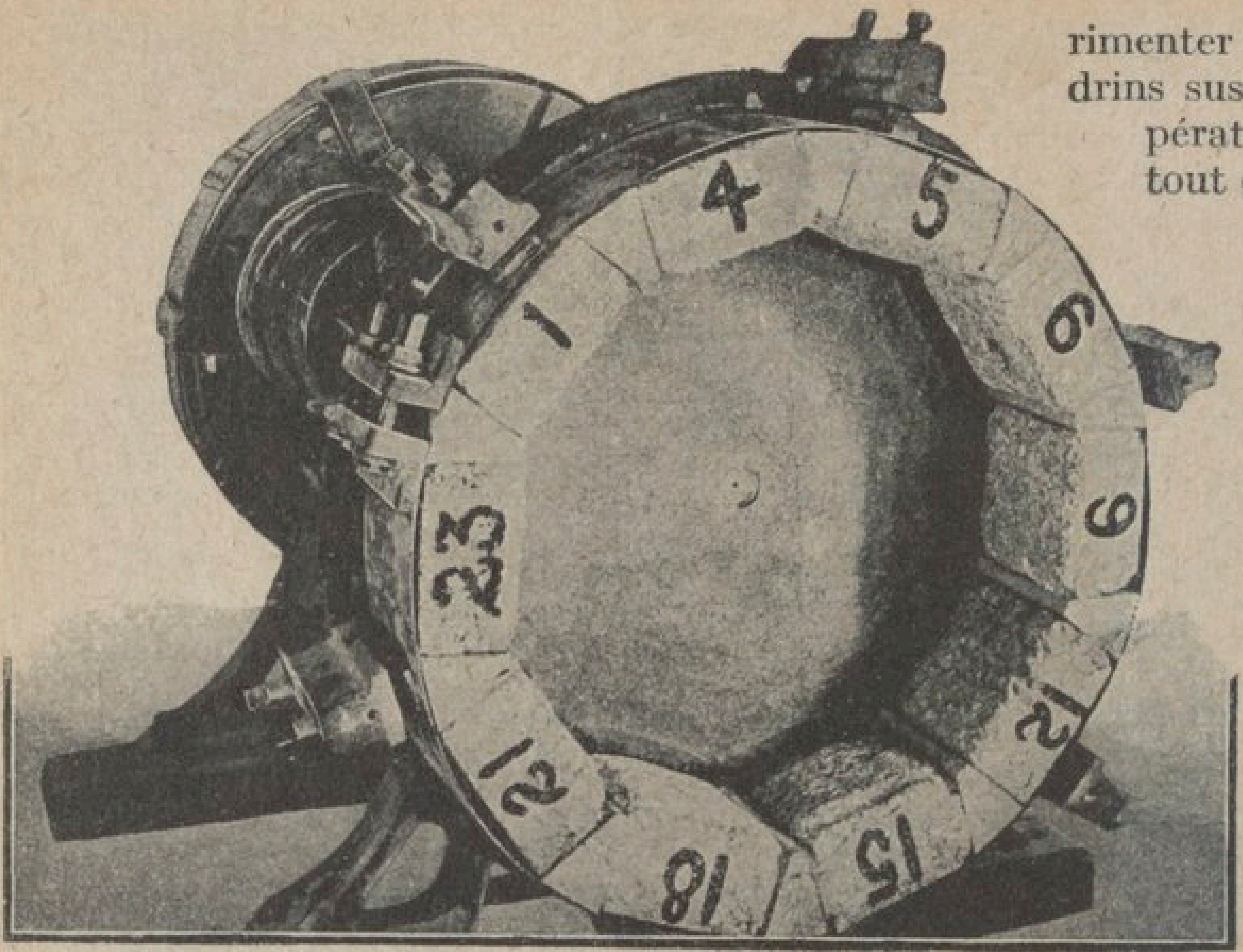
*Le four contenant l'éprouvette à essayer est placé entre les deux plateaux d'une machine de traction ; en se rapprochant ils provoquent l'écrasement tandis que, sur une planchette, un style inscrit la courbe de l'opération.*



FOUR A FLAMME SPIRALÉE

*A gauche, on voit, entre deux mandrins, l'éprouvette à écraser.*

Grâce à un four spécial et unique, que possédait le Laboratoire d'essais, four permettant d'atteindre des températures de 2.000 degrés, supérieures de près de 400 degrés à tout ce que l'on avait obtenu jusque là, il fut alors possible, à la suite de nombreux essais sur les points de fusion des silicates d'alumine, de dégager des formules de montres qu'étudiait la maison Guérineau, fabricant de produits réfractaires, et qu'elle baptisa « montres françaises décimales » parce que leur numérotage en est logiquement basé sur le chiffre même de degrés de température qu'elles sont susceptibles de supporter. Ainsi la montre 125 fond à 1.250 degrés, la montre 150 à 1.500 degrés... Les montres



ESSAI D'USURE DE BLOCS DE BÉTON

*Dans une cuve tournant à raison de trente tours à la minute, les blocs sont disposés en couronne et sur eux roulent des boulets de fonte qui les usent. Cette usure s'exprime en raison du poids perdu.*

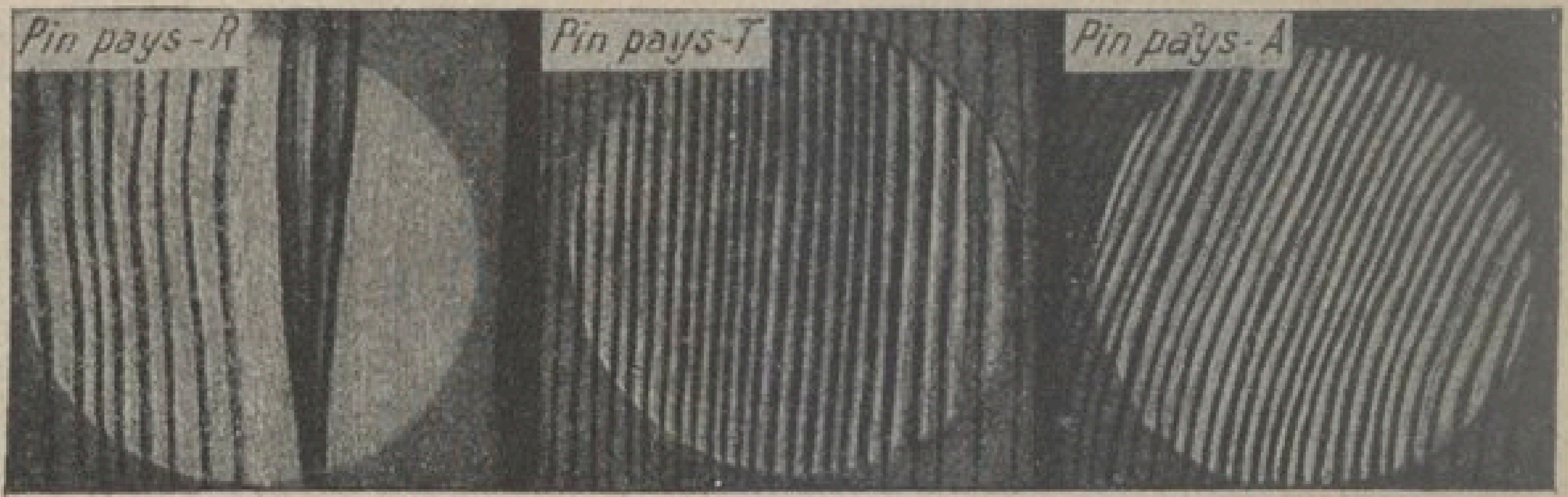
Seger, montres allemandes, sont au contraire numérotées conventionnellement de 0 22 à 42 en passant par zéro, ce qui représente une soixantaine de montres dont les points de fusion varient entre 600 et 2.000 degrés. L'industrie française possède maintenant l'échelle de montres fusibles équivalente.

Parmi les essais de résistance que l'on fait subir aux matériaux réfractaires, un des plus intéressants est celui de la compression à chaud. Le laboratoire des essais a mis au point, pour cette expérience, un dispositif spécial qui a reçu le nom d'appareil d'écrasement à haute température. C'est une machine de traction de Frémont munie d'un appareil de réversion convenable permettant de l'utiliser pour la compression, entre les plateaux duquel on a disposé un four spécial dit à flamme spiralée.

Ce four se compose d'une enveloppe extérieure calorifugée, en matériaux réfractaires, et d'un tube intérieur également réfractaire. Entre ces deux éléments est un espace libre où circule la flamme du chalumeau, et, sur le côté extérieur, un orifice est ménagé pour l'échappement des gaz. Le cube de matière à expérimenter est placé entre deux mandrins susceptibles de supporter température et pression élevées ; le tout est disposé dans le tube intérieur. L'opération s'effectue de la manière suivante : (fig. p. précédente)

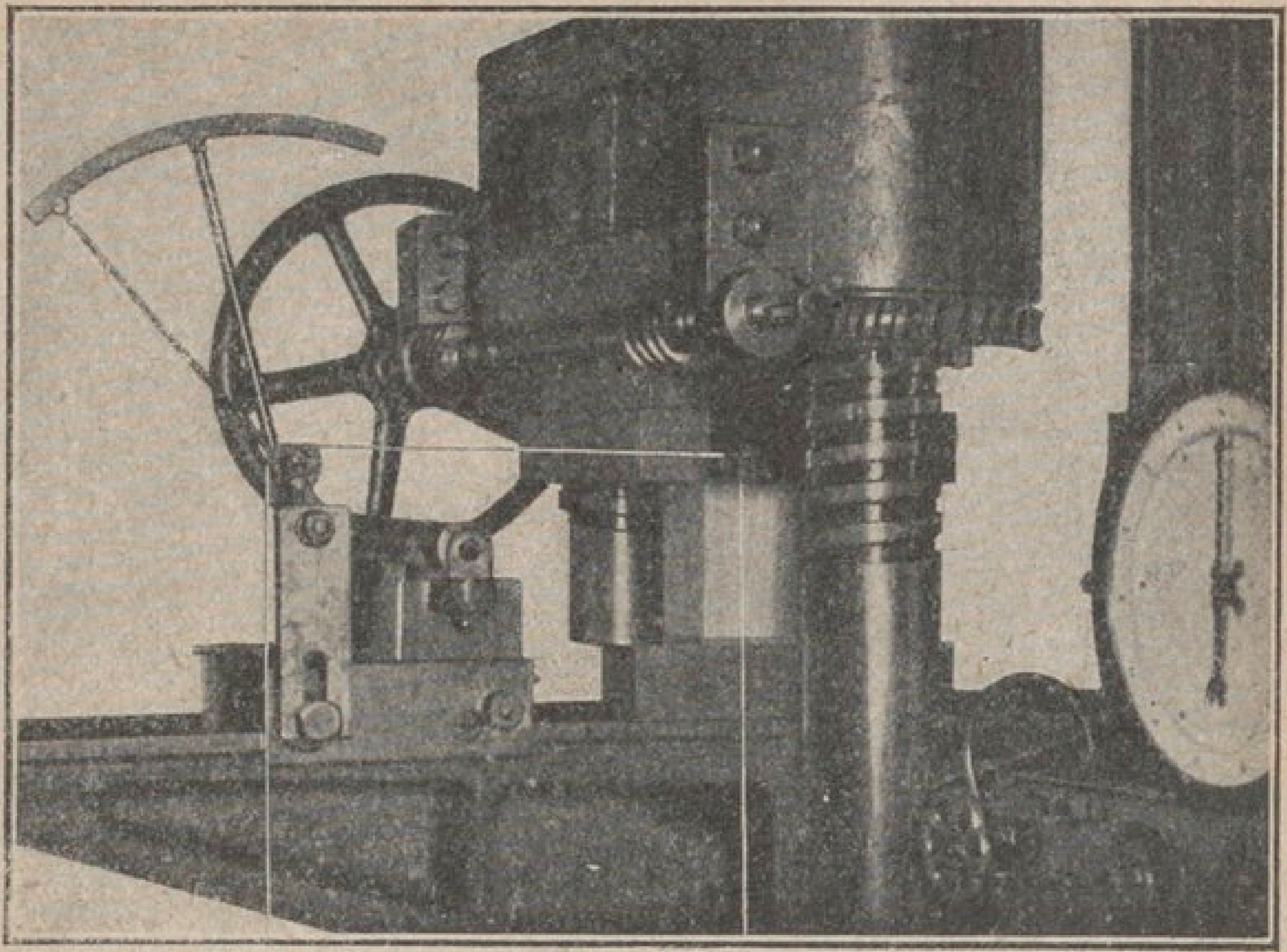
Le four repose sur le plateau *A*, suspendu par deux bras au bâti de la machine en *C*. Le plateau *B*, relié par deux autres bras à la vis verticale qu'actionne un volant à main, viendra, en s'abaissant, comprimer le mandrin *M* dont la partie supérieure apparaît au-dessus du four ; c'est lui qui produira l'écrasement du cube. D'autre part, sur des tiges horizontales *H*, coulisse une planchette, reliée par un fil d'un côté au plateau *B*, de l'autre à un poids de rappel. Quant au plateau *A*, solidaire du bâti de la machine, il transmet son déplacement, si léger soit-il, par l'intermédiaire de la tige *K*, au bras de levier *L* basculant au point *O*. Ce levier, à son extrémité, porte un style qui tracera, sur la planchette, le graphique de l'opération pendant toute sa durée.

En effet, le chalumeau étant allumé, on élève la température, à l'intérieur du four, jusqu'au degré voulu. Cette température est contrôlée à l'aide d'un couple thermo-électrique. Quand elle est atteinte, 1.500 degrés par exemple, on procède à l'écrasement à l'aide du volant et de la vis. Il se produit alors, simultanément, un mouvement horizontal de la planchette et un mouvement vertical du style, d'où une courbe tracée sur la planchette. La hauteur de cette courbe




ESSAI D'USURE DE BOIS AU JET DE SABLE

*Cette expérience met complètement à jour la contexture du bois dans les trois sens, radial, tangentiel et axial.*



ESSAI DE COMPRESSION DU BOIS

*L'éprouvette est placée dans une presse à huile ; la déformation se lit sur un cadran amplificateur qu'on voit à droite de la photo.*

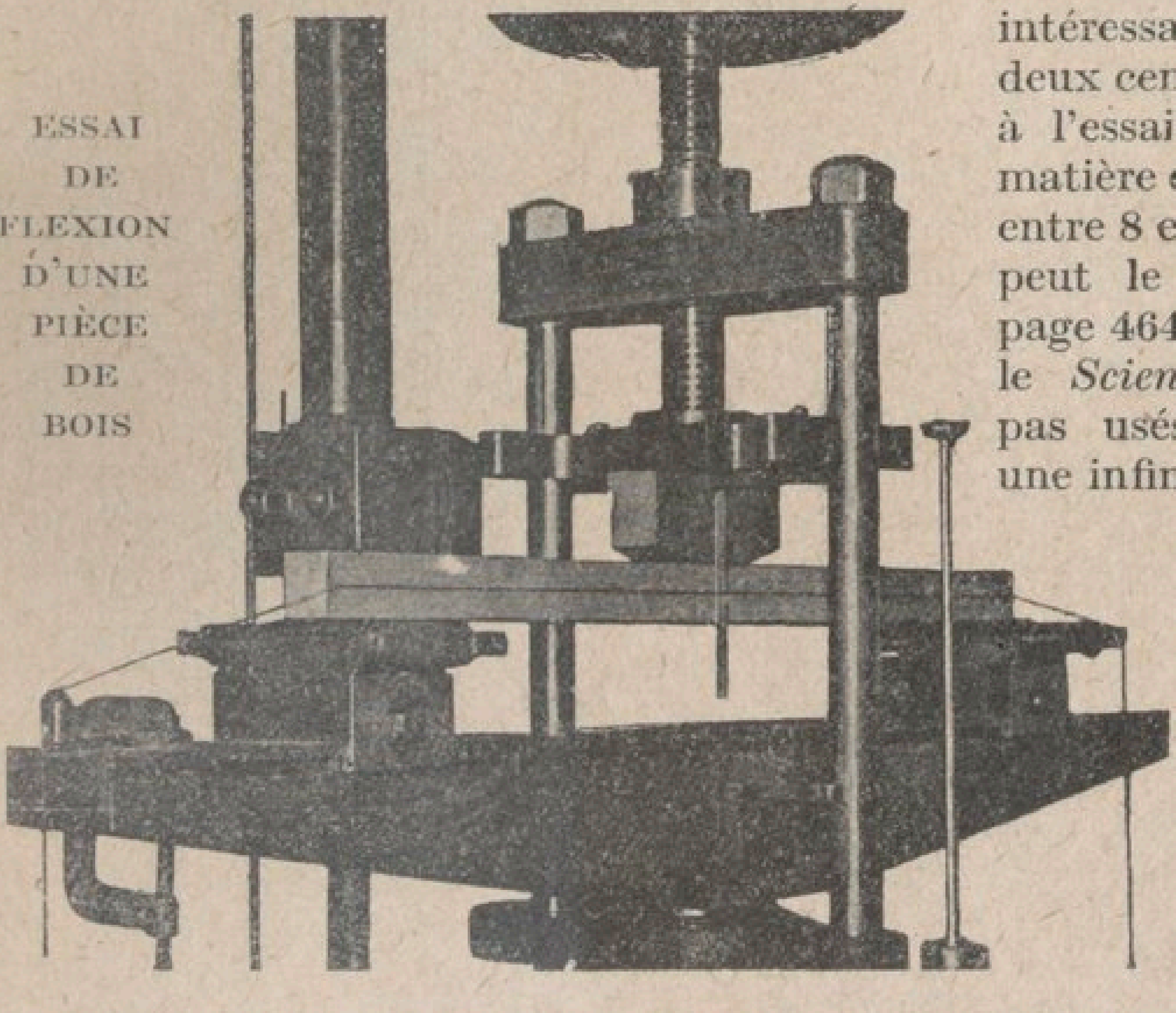
détermine très exactement le coefficient de résistance de la matière à la compression, à la température de l'expérience.

On essaie aussi les matériaux à la traction. L'éprouvette est amincie en son milieu et ses extrémités sont prises dans deux griffes (Voir page 466 un dispositif semblable pour le bois.) dont l'une est fixe et l'autre est entraînée par un contrepoids que l'on charge graduellement de grenaille de plomb. On mesure le poids de cette charge de grenaille au moment de la rupture de l'éprouvette dont la résistance à l'arrachement se traduit par un chiffre équivalent.

En Amérique, où la question des routes en ciment ou béton a pris une grande importance, l'étude des matériaux employés est poussée très loin.

La résistance à l'usure du béton a fait récemment l'objet de recherches intéressantes au laboratoire de l'Institut Lewis de Chicago. Pour obtenir sur cette résistance des données pratiques directes, le professeur D.-A. Abrams a fait construire un appareil curieux qui consiste en une chambre cylindrique rotative que l'on double intérieurement des blocs de béton à éprouver et dans laquelle on introduit des boules de fonte. On fait tourner la chambre à trente tours par minute pendant deux heures et on renverse le sens de la rotation deux ou trois fois pendant l'essai. Chaque bloc de béton est pesé avant et après l'opération et l'usure est mesurée et exprimée soit par le pourcentage du poids perdu, soit par la diminution d'épaisseur des blocs soumis à l'épreuve. Il peut être intéressant d'indiquer que, pour les quelque deux cents blocs de béton qui ont été soumis à l'essai dans cette machine, la perte de matière constatée a été en moyenne comprise entre 8 et 25 % du poids original. Comme on peut le voir sur la photographie de la page 464 (qui nous a été communiquée par le *Scientific American*), les blocs ne sont pas usés uniformément, mais creusés en une infinité de points de leur surface comme de vieilles pierres exposées pendant des siècles aux intempéries.

ESSAI DE FLEXION D'UNE PIÈCE DE BOIS

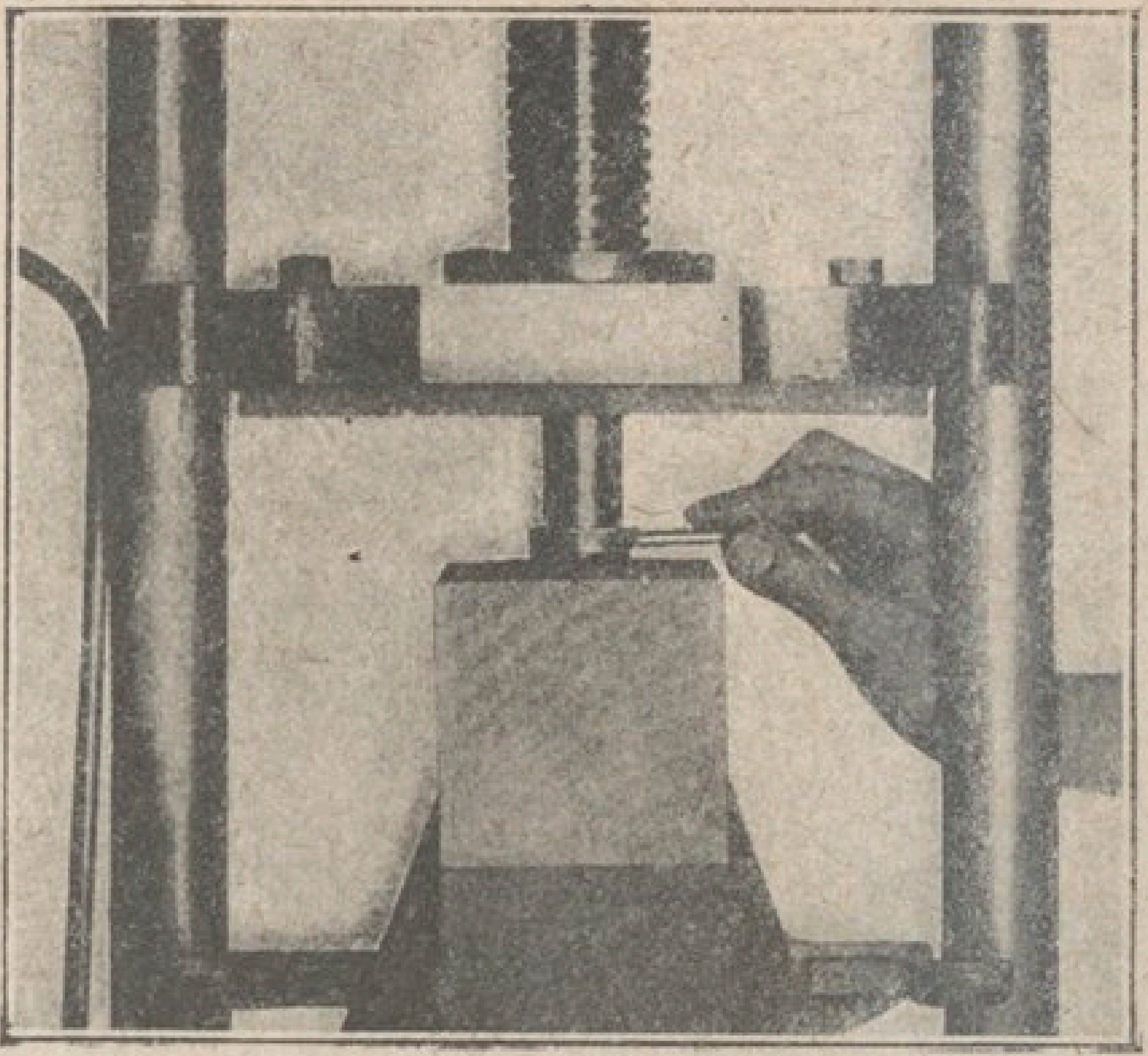


*Sous l'effort de la presse qui fait ployer l'éprouvette, la réglette s'abaisse devant le fil tendu et permet de mesurer avec une grande précision la flèche obtenue.*

Les essais de bois font l'objet d'expériences nombreuses et intéressantes auxquelles donnent lieu, en particulier, les essences si variées de nos colonies. On étudie leur densité, leur humidité, leur facilité à absorber l'eau, leur retrait à la dessiccation.

Pour connaître la contexture de ces bois, pour évaluer leur résistance à l'usure, on les soumet

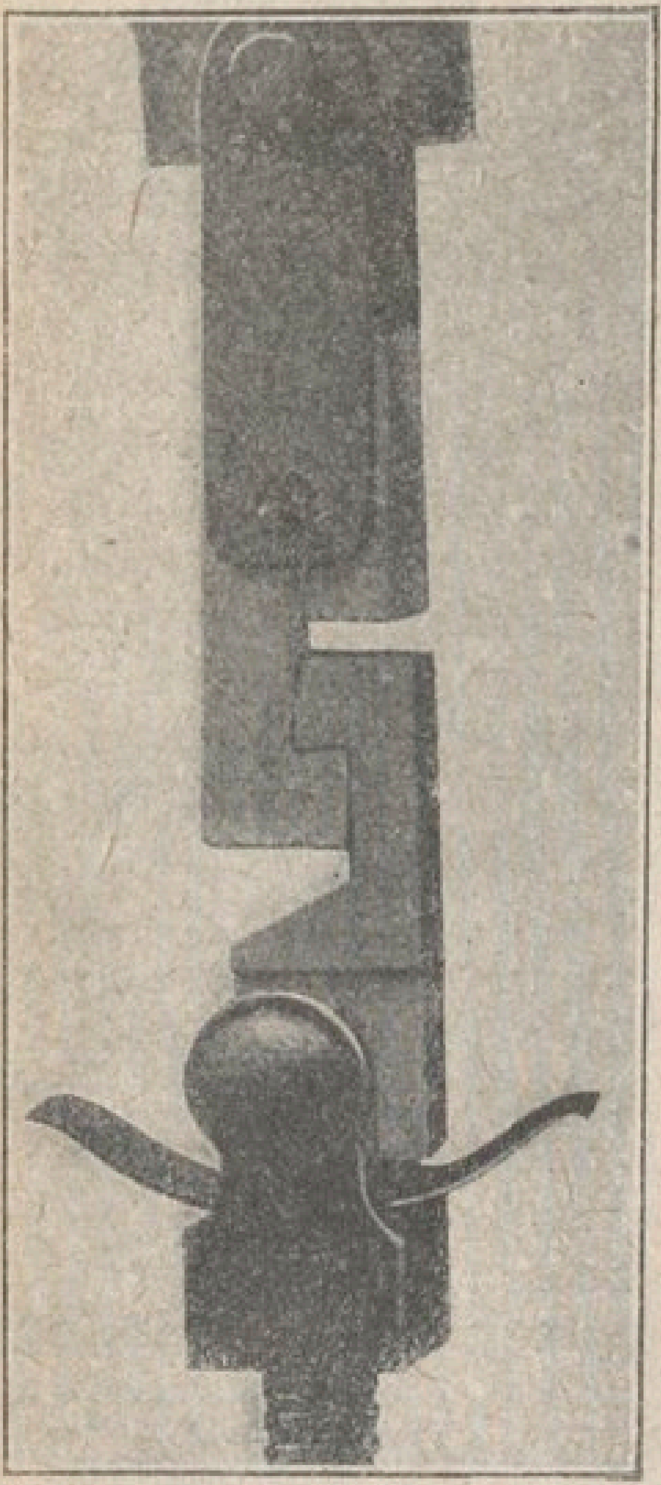
à l'épreuve d'usure par jet de sable. L'éprouvette a la forme d'un prisme plat à section carrée d'environ 10 centimètres de côté. Dans un appareil spécial, un jet de sable est projeté par une tuyère, alimentée à l'air comprimé à 3 kilos par centimètre carré, sur la surface de l'échantillon. Celui-ci est déplacé, au moyen d'un mécanisme approprié, de manière que les points d'un cercle de 60 millimètres de diamètre soient uniformément frappés par le sable. Ce sable provient de grès pulvérisé et passé au tamis de 324 à 4.900 mailles par centimètre carré. On obtient ainsi, suivant le sens radial, axial ou tangentiel, par rapport aux fibres du bois, des traces d'usure significatives (f.p.464).



L'ÉPREUVE DE DURETÉ DU BOIS

*La bille d'acier est enfoncée, à l'aide d'une presse, jusqu'à hauteur de son centre, que l'on détermine au moyen d'un anneau tenu à la main.*

Cette épreuve d'usure au jet de sable se fait également et de la même façon pour les pierres, les matériaux réfractaires, etc., et plus généralement pour tous les corps dont on veut mettre en évidence les différences de constitution ou de dureté, d'un point à un autre.



ESSAI DE CISAILLEMENT

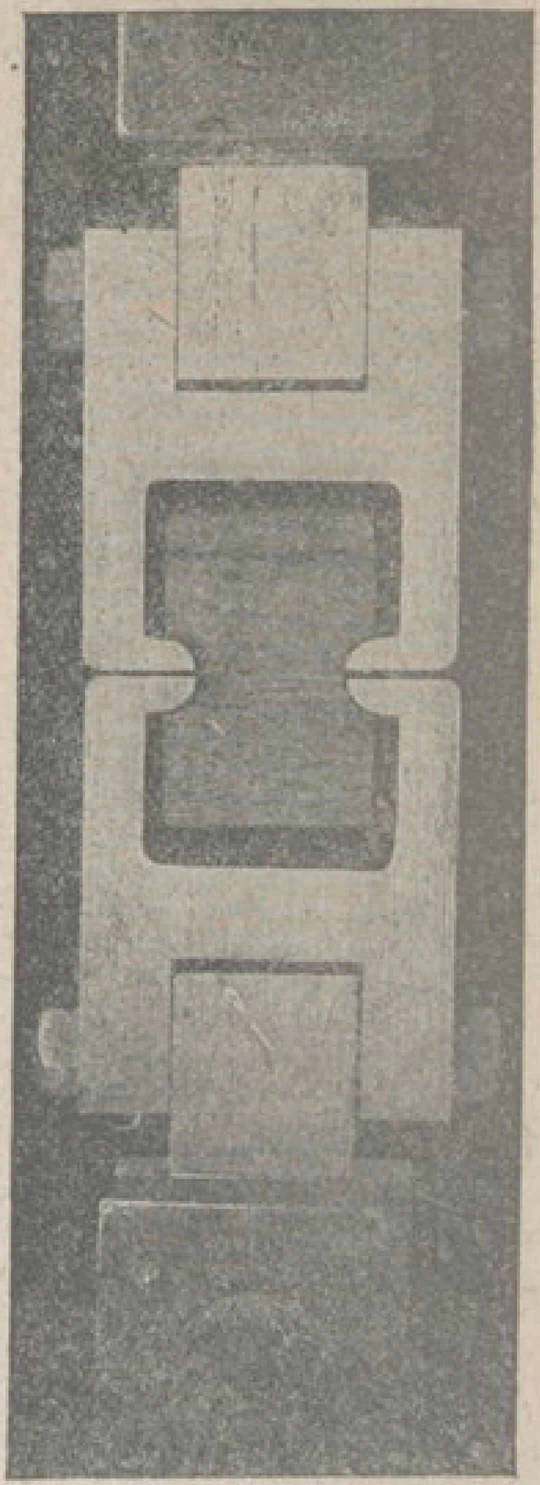
*En exerçant sur la partie inférieure de l'éprouvette de bois une pression suffisante, on détermine la résistance des fibres au cisaillement.*

Les échantillons de bois sont soumis à certaines autres épreuves, dont nos diverses photographies indiquent clairement le mode opératoire.

Pour l'essai de compression, l'éprouvette de bois est placée sous le plateau d'une presse à huile, dont on voit, à droite de la photographie, le cadran indicateur de pression. Un fil commande un appareil amplificateur qui permet de relever les plus faibles déformations de l'éprouvette (f.p.465).

La charge s'exprime en kilogrammes par centimètre carre de la section de l'éprouvette. Cet essai de compression se fait suivant les divers sens du bois : compression radiale, axiale ou tangentielle. Notre gravure représente un essai de compression axiale : l'éprouvette y subit l'écrasement dans le sens des fibres.

L'essai de flexion statique s'effectue aussi sur une presse du même genre. L'éprouvette a, ici, la forme d'une barre d'environ 90 centimètres de longueur et de 5 sur 5 centimètres de section ; elle repose sur des appuis par ses deux extrémités et reçoit en son milieu la pression d'un sabot central à grand arrondi. Les fléchissements de l'éprouvette sont mesurés au moyen d'un fil tendu entre ses extrémités ; une réglette graduée fixée au sabot central se déplace devant ce fil et permet de lire directement les flèches prises. La charge



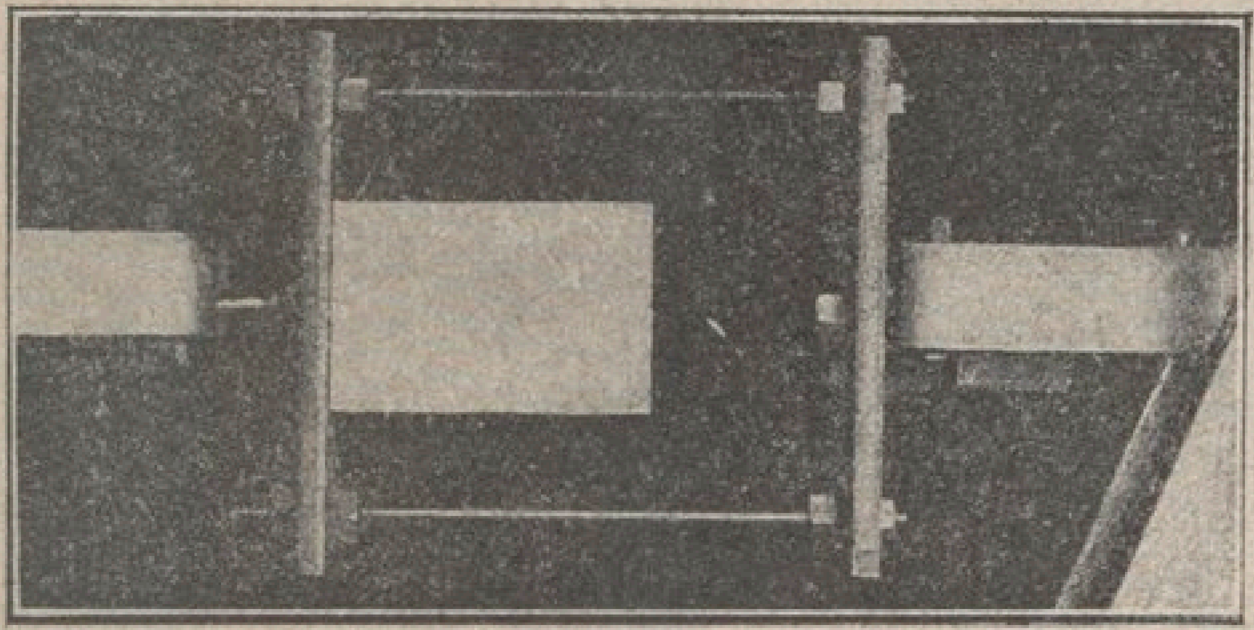
ESSAI DE TRACTION

*L'éprouvette de bois, amincie en son milieu, dans le sens axial, est fendue sous l'effort de la traction.*

s'exprime en kilogrammes, la flèche obtenue en millimètres et la fatigue calculée des fibres en kilos par millimètre carré.

Pour essayer la dureté du bois, on emploie un procédé analogue à celui dont on se sert pour évaluer la dureté du métal : une bille d'acier d'un centimètre carré de section est enfoncée dans le bois jusqu'à la hauteur de son centre (fig. p. 466).

La dureté s'évalue par le nombre de kilogrammes nécessités pour produire cet enfoncement. On trouve ainsi, par exemple, que les duretés du sapin, du chêne et d'un bois exotique très dur, l'azobé de la Côte d'Ivoire, sont respectivement d'environ 200, 600 et 1.500 kilogrammes.



ARRACHAGE D'UNE VIS OU D'UN CLOU

*Il est certaines essences de bois qui ne permettent l'arrachage qu'à des efforts de plus de 1.000 kilogrammes.*

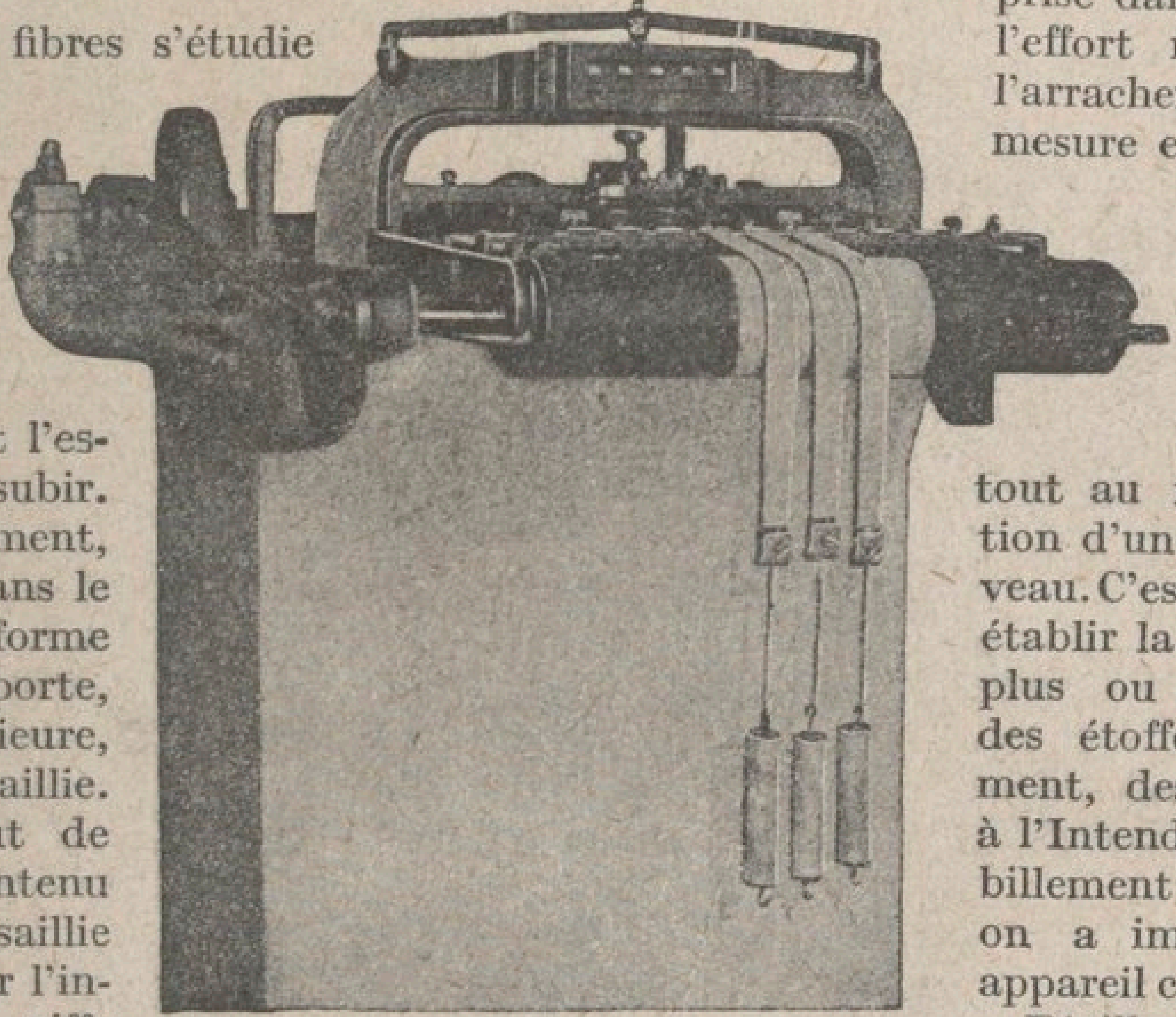
L'adhérence des fibres s'étudie de trois manières différentes : au cisaillement, à la traction et au fendage. Les éprouvettes ont des formes différentes et appropriées, suivant l'essai qu'elle doivent subir.

Pour le cisaillement, l'échantillon, pris dans le sens axial, est de forme allongée et comporte, dans sa partie inférieure, une encoche et une saillie. Tandis que le haut de l'éprouvette est maintenu en un point fixe, la saillie inférieure reçoit, par l'intermédiaire d'une griffe métallique, l'effort de traction produit à l'aide d'une vis. Sous un certain effort, cette saillie cède et se détache de l'éprouvette en glissant dans le sens de la fibre. On mesure cet essai d'après le rapport de la charge obtenue à la surface de la section qui a été cisaillée.

Pour la traction, l'éprouvette est, comme pour l'essai similaire des chaux et ciments, amincie en son milieu, dans le sens axial. Deux griffes ou mâchoires saisissent les deux côtés de l'entaille et tirent en sens inverse. L'effort nécessaire pour obtenir la rupture se traduit en kilogrammes par centimètre carré de la section au milieu de l'éprouvette.

Pour le fendage, la forme donnée à l'éprouvette est tout à fait spéciale, comme le montre la figure. Pour fendre le morceau de bois, en tirant sur les deux dents de la fourchette, on exerce un effort qui se traduit en kilogrammes.

Une dernière expérience consiste enfin dans l'arrachage d'une vis ou d'un clou logé dans le bois. La tête de la vis ou du clou est prise dans une tenaille ; l'effort nécessaire pour l'arracher du bois se mesure en kilogrammes.



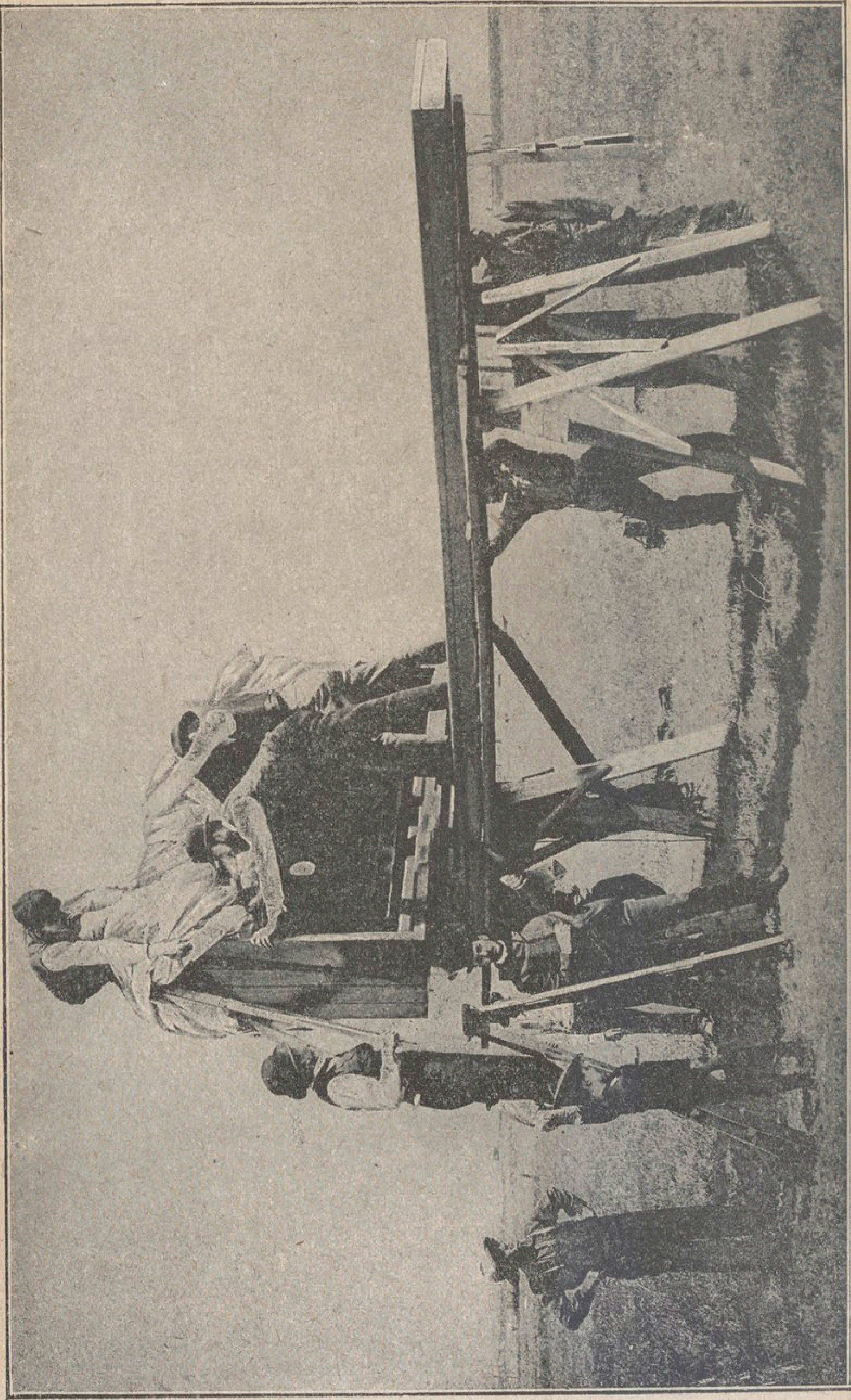
MACHINE A USER LES ÉTOFFES

*Un cylindre de bois est recouvert de l'étoffe et des lanières de cette même étoffe sont appuyées sur le cylindre. Ce dernier tourne, et un compteur de tours enregistre le nombre de kilomètres parcourus quand l'étoffe est usée.*

Chaque jour, un cas particulier peut se présenter qui demande la création, ou tout au moins l'adaptation d'un dispositif nouveau. C'est ainsi que, pour établir la facilité d'usure plus ou moins grande des étoffes, et, notamment, des draps soumis à l'Intendance pour l'habillement de nos soldats, on a imaginé le petit appareil ci-contre.

D'ailleurs, le nombre et le genre d'expériences mécaniques que peut nécessiter l'étude de la résistance des matériaux divers n'ont pas de limite. Un laboratoire d'essais tel que celui du Conservatoire des Arts et Métiers doit être outillé pour répondre à tous les cas les plus particuliers, et ses ingénieurs savent résoudre tous les problèmes qu'on leur pose.

SIMON CROULEBOIS.



INSTALLATION SUR LE TERRAIN DE LA GIGANTESQUE CHAMBRE PHOTOGRAPHIQUE DE L'INGÉNIEUR AMÉRICAIN LAWRENCE

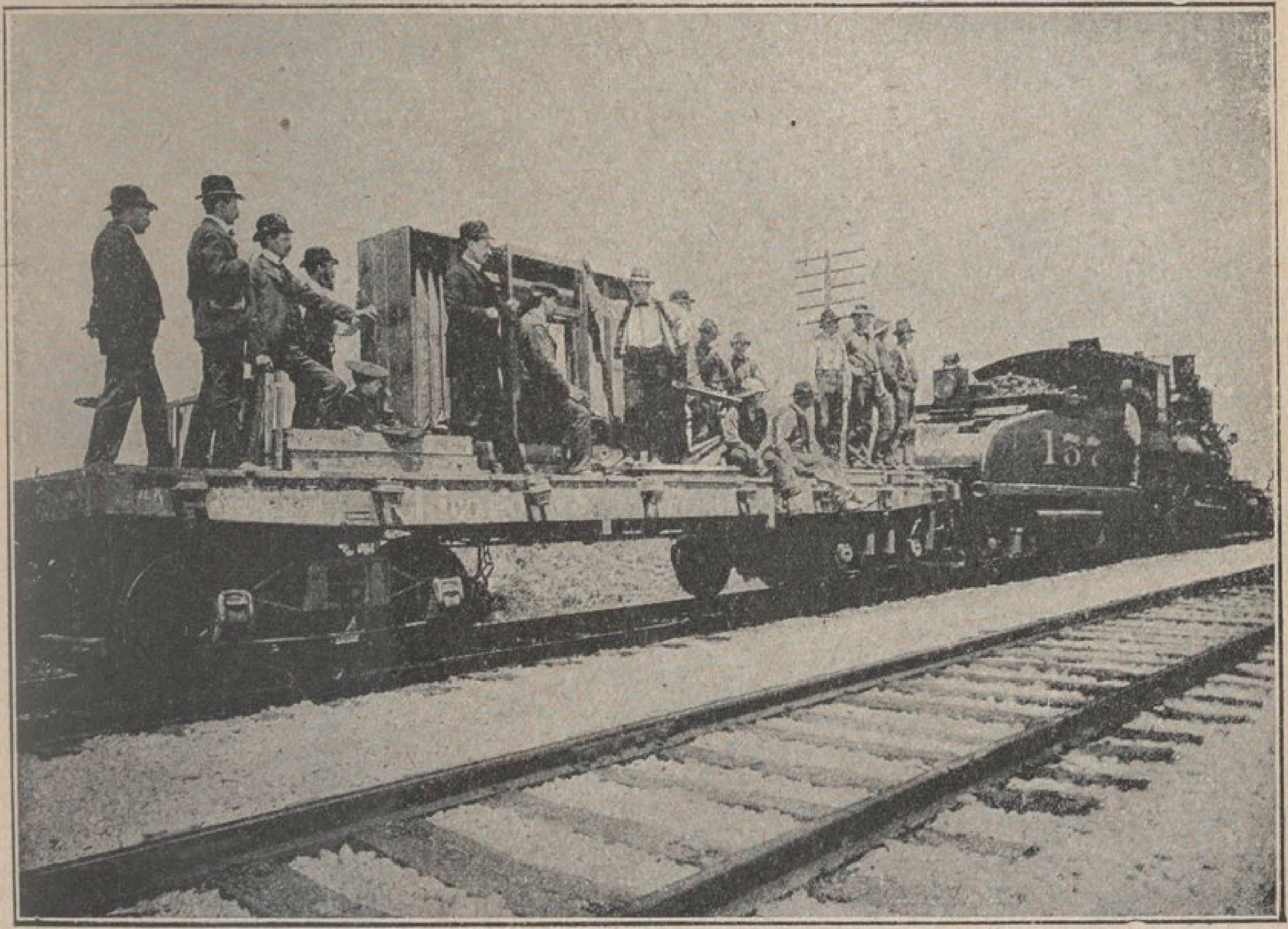
*Cet appareil mesure 3 mètres de large sur 2 mètres de haut et pèse 634 kilos ; la longueur du soufflet déployé dépasse 6 m. 50.*

# LES CHAMBRES PHOTOGRAPHIQUES GÉANTES

Par Jacques BOYER

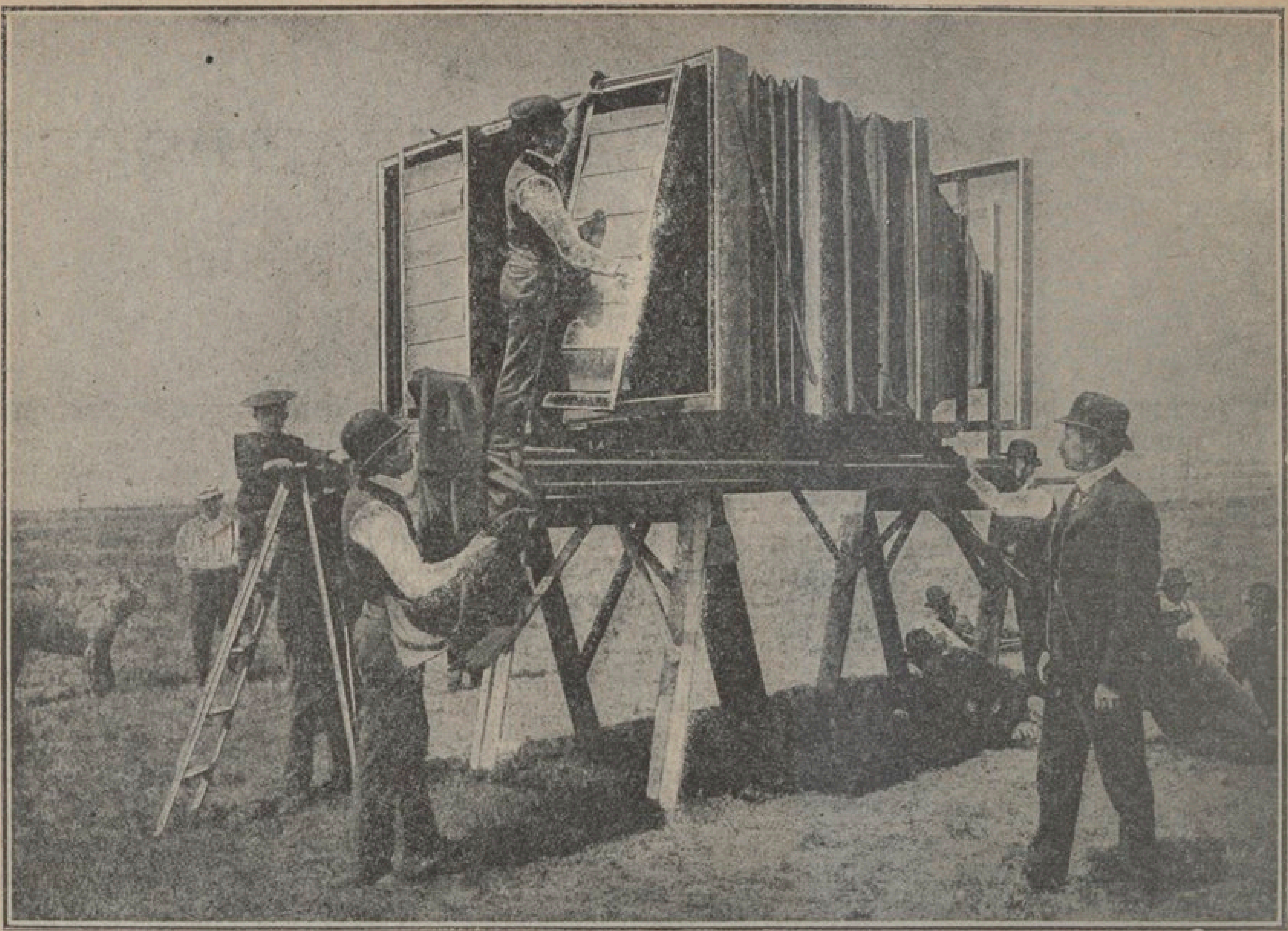
Tandis que beaucoup de photographes prennent des vues avec des kodaks et autres appareils à main, qu'ils peuvent dissimuler dans une poche de leur pardessus ou de leur veston, d'autres disciples de Daguerre réalisent des épreuves grandes comme des fresques. Ainsi, on exhibait l'an dernier à Paris la plus *colossale photographie de guerre* représentant la prise de la crête de Vimy par les Canadiens. Ce gigantesque tableau — car on ne saurait lui donner un autre nom — mesurait 6 m. 10 de largeur sur 3 m. 35 de hauteur sans compter le cadre, et on l'avait obtenu en agrandissant un petit cliché de 125 millimètres sur 100 millimètres, pris au plus fort du combat par le capitaine Ivor Castle, le 9 avril 1917 au matin.

Pour la prise *directe* de grands clichés, un ingénieur de Chicago, M. George Lawrence, construisit, il y a quelques années, une chambre photographique géante qu'une douzaine de personnes manœuvraient à grand'peine. Dressée sur une charpente massive de bois soutenue par du fer, cette gigantesque chambre noire atteignait le balcon d'un premier étage, elle mesurait plus de 3 mètres de largeur sur 2 mètres environ de hauteur ; son soufflet, entièrement déployé, dépassait 6 m. 50 et l'ensemble pesait 634 kilogrammes, — chiffres qui inspirent une respectueuse



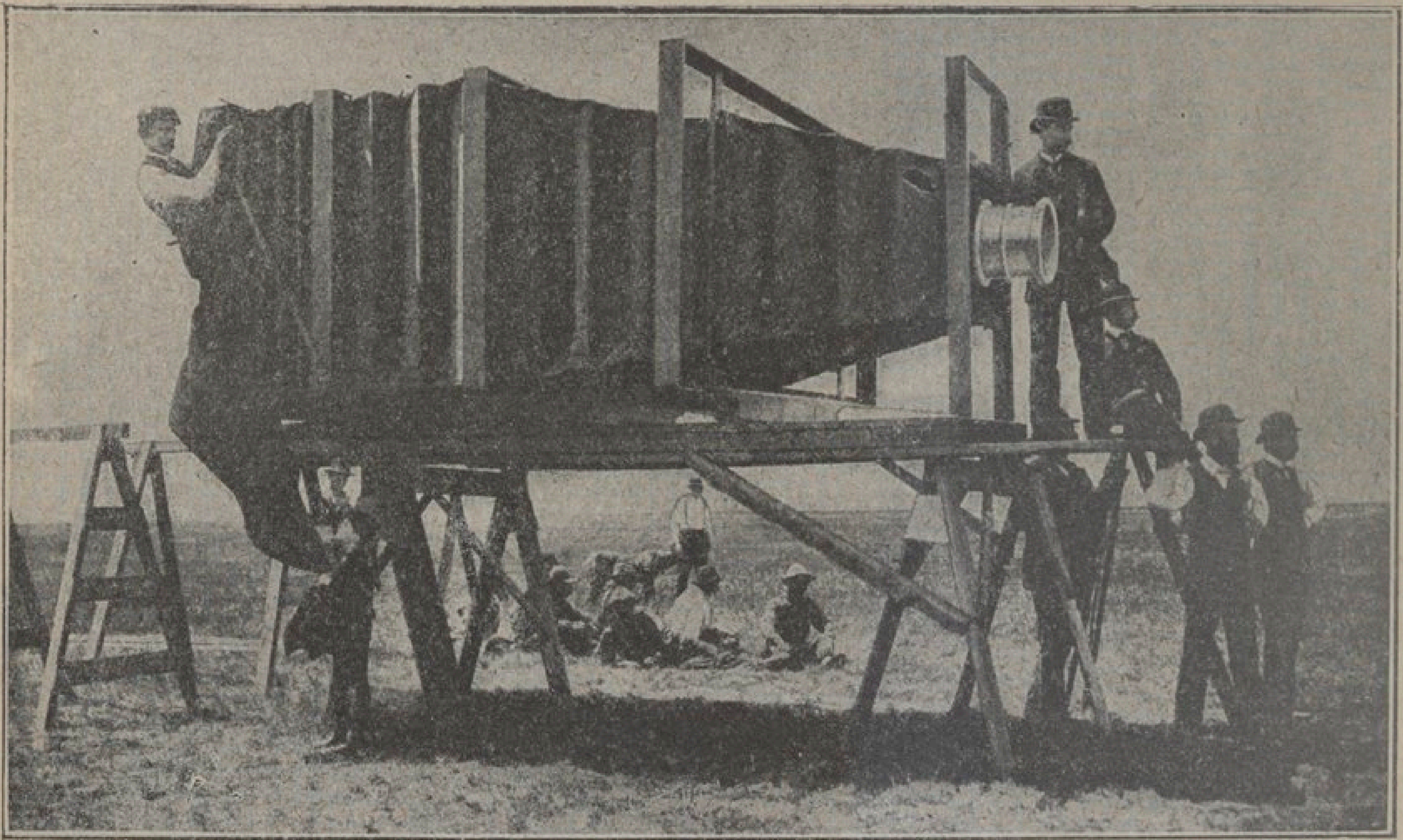
LE TRANSPORT PAR CHEMIN DE FER DE L'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE LAWRENCE

*Il faut une dizaine de personnes pour manœuvrer ce colossal instrument et un wagon-plate-forme de grandes dimensions est nécessaire pour le transporter.*



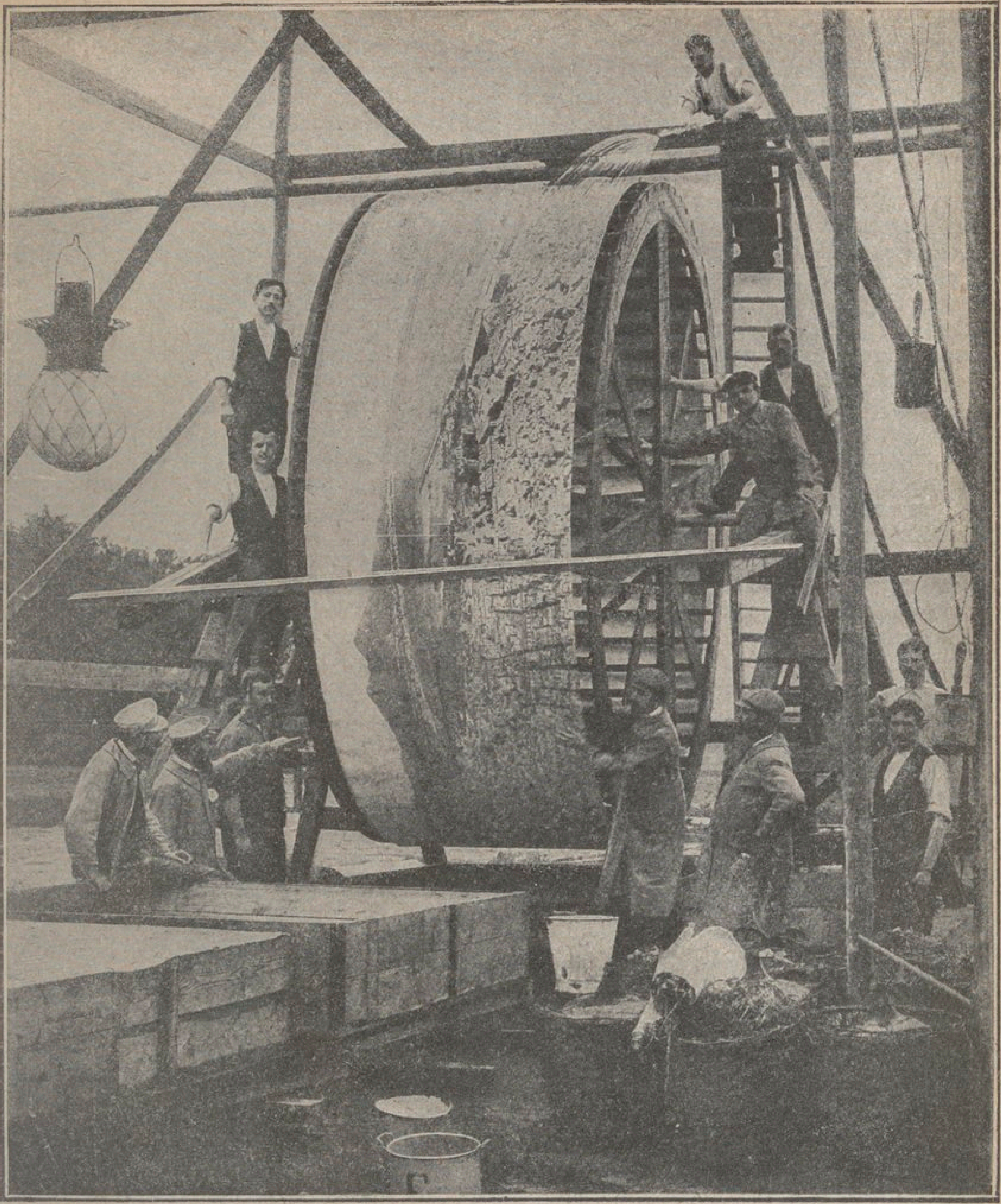
POSE DES CHASSIS EN BOIS DESTINÉS A ABRITER LA PLAQUE SENSIBLE

*Chaque plaque pèse 45 kilos; la gélatine, additionnée de bromure d'argent, s'étend en couche uniforme sur une superficie de près de quatre mètres carrés.*



LA PRISE DE LA PHOTOGRAPHIE EST L'OPÉRATION LA PLUS DÉLICATE

*Une fois le rideau qui voile la plaque déclenché, l'opérateur, monté sur un tréteau, près de l'objectif, enlève l'obturateur et le replace au bout de 30 secondes.*



LE DÉVELOPPEMENT DU « PANORAMA DE NAPLES », CLICHÉ ALLEMAND

*L'opération se fit au moyen d'un tambour de 4 mètres de diamètre et de 1 m. 75 de largeur sur lequel on enroula lentement le papier photographique.*

admiration, surtout si on les compare aux dimensions des minuscules kodaks.

Afin d'empêcher la lumière de pénétrer dans l'intérieur de la chambre pendant la prise des clichés, le soufflet, extérieurement en caoutchouc, était doublé d'une sorte de canevas recouvert lui-même d'un tissu noir léger, mais très serré. Des cadres de bois blanc le soutenaient intérieurement, de distance en distance, à l'endroit des plis, tandis que quatre ossatures le maintenaient extérieurement. Ces dernières, construites solidement en cerisier, portaient à leur base des galets roulant sur des rails, lesquels

reposaient à leur tour sur une large et robuste plate-forme de même bois.

Pour transporter cet encombrant appareil jusque dans les ateliers de la Compagnie de chemins de fer Chicago et Alton, qui l'avait commandé six mois auparavant, une vingtaine d'ouvriers durent l'installer sur un wagon plat remorqué par une locomotive.

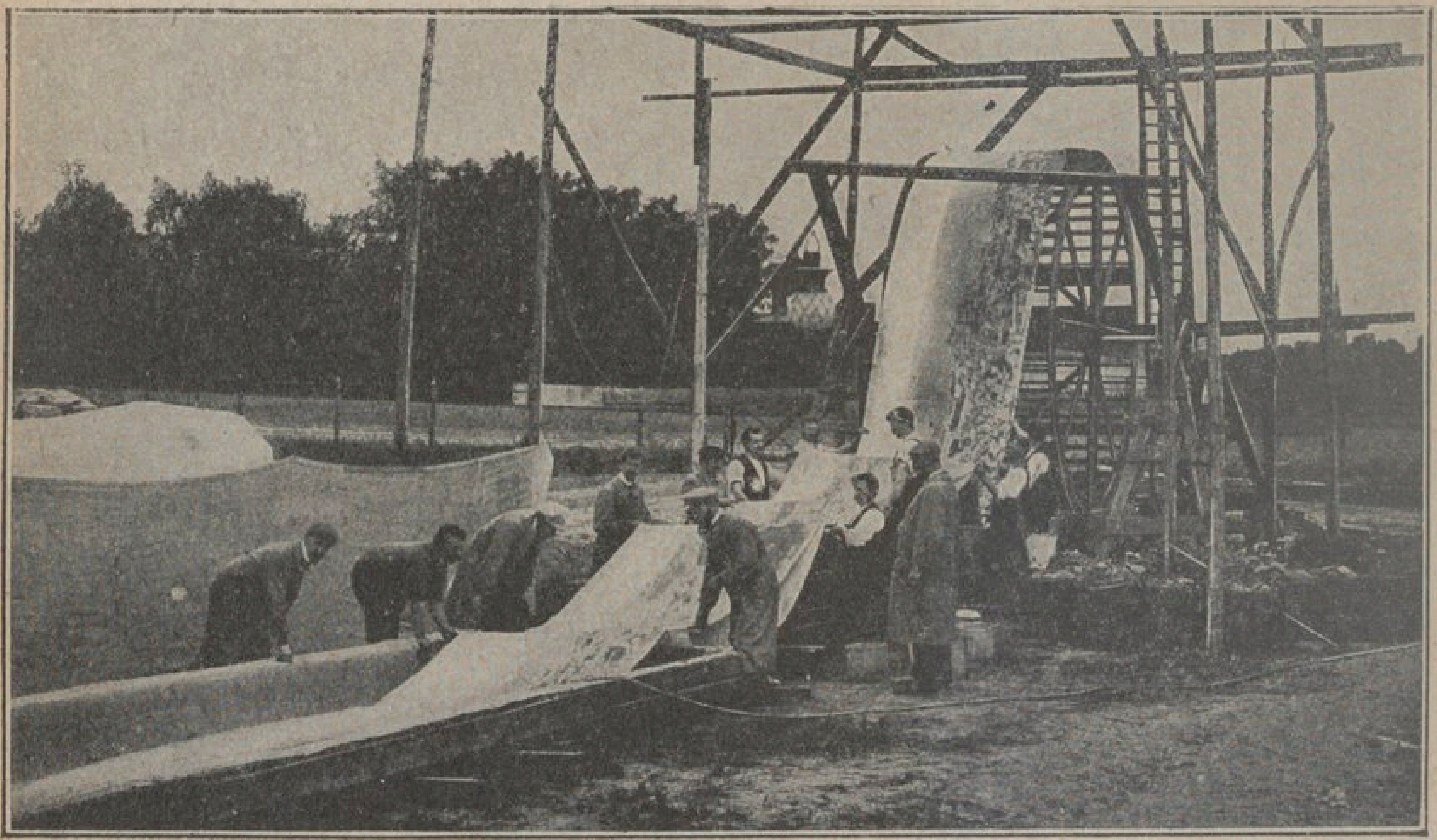
La préparation des plaques sensibles ne marcha pas toute seule. Il fallut employer des glaces sans aucune imperfection ; puis, une fois la gélatine préparée et additionnée de bromure d'argent, l'étendre sur cette superficie de près de quatre mètres carrés, en ayant soin d'obtenir l'uniformité de la couche. Enfin, on sécha ces pièces de verre de 45 kilogrammes à l'abri des poussières.

Quant au système optique, M. Lawrence combina de puissants assemblages de lentilles, les uns pour les vues de près, les autres pour les photographies éloignées. Aussi, la partie antérieure de la chambre noire ressemblait plutôt à la gueule d'un canon de 400 qu'à un objectif photographique !

Pour mettre au point, le constructeur imagina de placer sur le côté de la plate-forme une lunette, combinée de telle sorte que, s'il fallait la raccourcir de dix centimètres pour obtenir une image nette de l'objet à photographier, on devait restreindre d'un mètre la longueur du soufflet. Ces opérations préliminaires terminées, on glissait à l'arrière de la chambre les plaques sensibles enfermées dans des châssis de bois, que soutenait une armature métallique. Ensuite, un aide s'introduisait à l'intérieur de la chambre noire par une ouverture ménagée dans le soufflet, et, comme on avait substitué à l'objectif un verre rouge, il voyait suffisamment clair pour enlever les poussières qui, malgré toutes les précautions, se déposaient sur les plaques. En appuyant sur un bouton, il provoquait donc le déclenchement du rideau qui voilait la plaque, puis, l'époussetage effectué, il se retirait. L'instant de prendre la photographie était arrivé. A un signal convenu, l'homme, monté sur un tréteau, près de l'objectif, enlevait avec une lenteur voulue l'obturateur et le remettait en place, au bout de trente secondes.

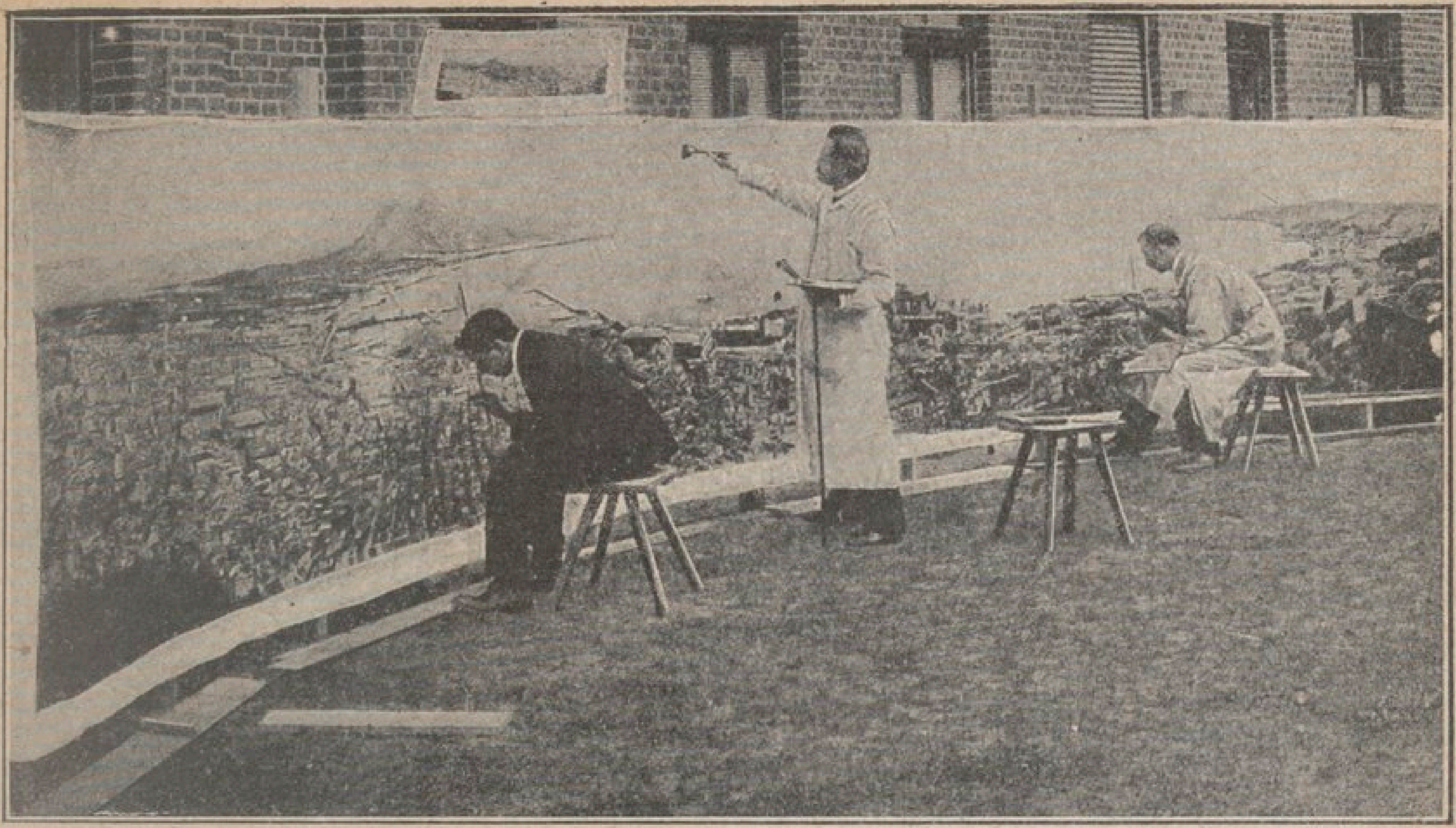
Le développement de tels clichés nécessitait naturellement une installation coûteuse : des cuvettes énormes, des kilos d'oxalate de fer et d'hyposulfite de soude, des quantités d'eau. Le succès couronna néanmoins les efforts de M. Lawrence, et il exécuta pour le compte de la Compagnie de chemins de fer Chicago et Alton d'admirables photographies, vues d'ateliers et paysages, mesurant 2 m. 60 sur 1 m. 50 environ.

Quelques années plus tard, les Allemands voulurent encore battre ce record, et à une



APRÈS LE FIXAGE, ON LAVA SOIGNEUSEMENT L'ÉPREUVE PANORAMIQUE

*Le séjour de l'épreuve dans le bain de fixage fut d'environ trois quarts d'heure ; le lavage dans une cuve spéciale à eau courante atteignit une durée de huit heures.*



APRÈS LE SÉCHAGE DE L'ÉPREUVE, ON PROCÉDA A LA RETOUCHE

*Ce travail fut exécuté par des spécialistes extrêmement habiles qui bouchèrent les trous et dissimulèrent aux regards toutes les imperfections de la photographie.*

exposition ouverte à Dresde, la *Neue photographische Gesellschaft*, de Berlin-Steglitz, montra aux visiteurs la plus grande photographie, qui ait été obtenue jusqu'ici et dont les dimensions atteignaient 12 mètres de longueur sur 1 mètre et demi de hauteur ; elle représentait le panorama de Naples pris du château de San Marin. De là, l'œil découvre la ville entière et l'admirable baie jusqu'au Vésuve et Capri. Pour parvenir à embrasser un panorama aussi étendu que possible, on prit six vues différentes sur des plaques de 21×27 centimètres. De ces six clichés, qui, soudés l'un à l'autre, formaient un ensemble continu, on fit, directement, sur papier au gélatino-bromure d'argent six agrandissements de 1 m. 50 sur 2 mètres. Selon leur plus ou moins d'intensité, on exposa les six négatifs à la lumière entre une demi-heure et une heure et quart.

Naturellement, pour développer une épreuve aux proportions si inusitées, on employa des moyens spéciaux. On construisit une *roue en bois*. Cette espèce de tambour avait 4 mètres de diamètre et 1 m. 75 de largeur ; sur sa périphérie, mesurant 12 m. 50, on avait disposé des lattes de bois pour recevoir le papier photographique. Auprès se trouvaient placés trois larges baquets plats servant respectivement au développement, au lavage et au filtrage. Chacun des récipients reposait sur cinq roues en fer pouvant se déplacer sur des rails de 16 mètres de long.

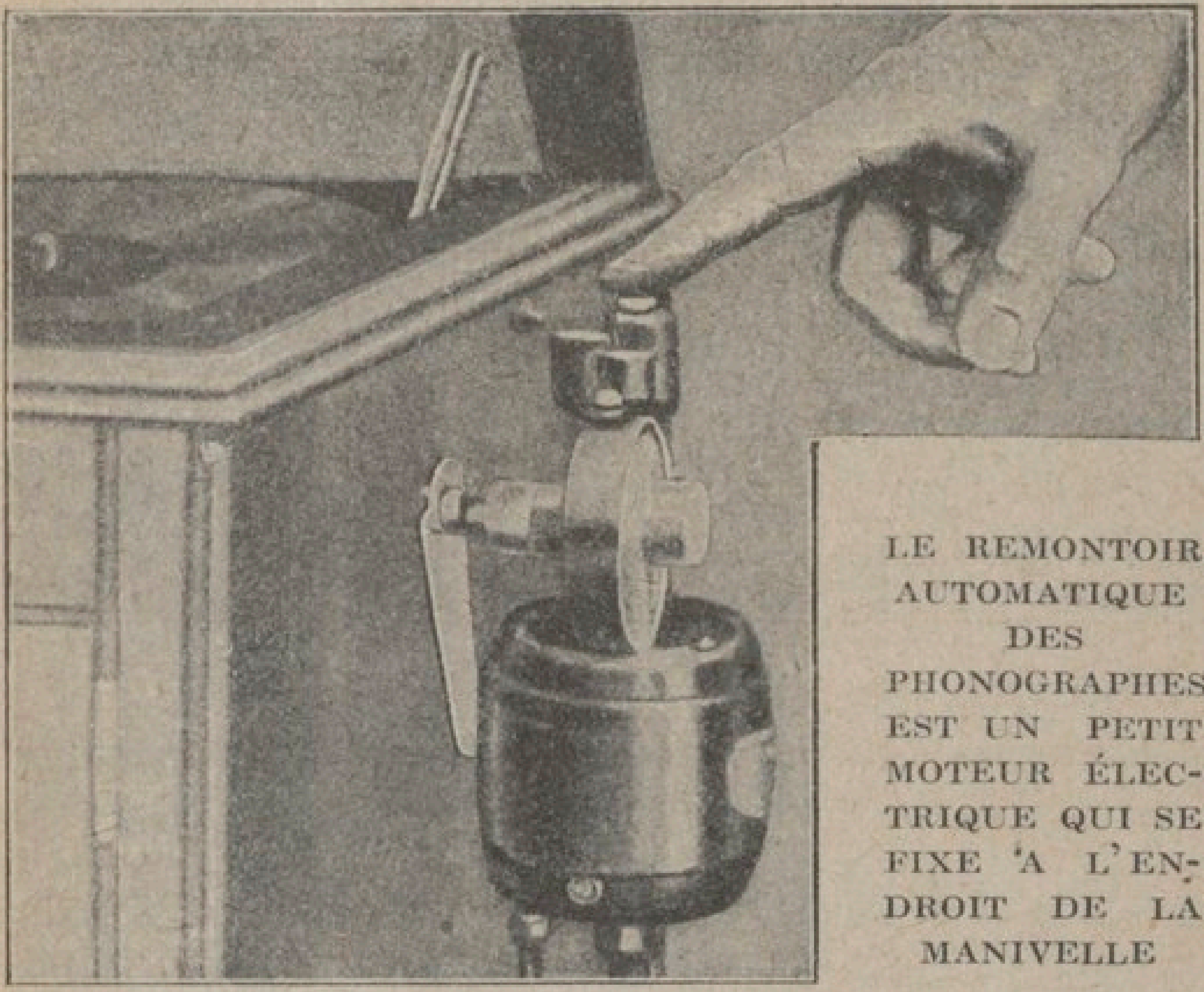
On opérait le développement en plein air, durant la nuit. Pour cela, on enroulait sur la roue le papier impressionné et couvert d'une feuille protectrice. Puis, après avoir amené la solution développatrice sous la roue, on mettait cette dernière en mouvement, de façon à faire plonger successivement toute la surface de l'épreuve dans le bain d'oxalate de fer. Les parties éclairées étaient spécialement traitées avec une éponge imprégnée d'un développateur énergique, tandis qu'on retardait, au moyen d'une solution d'acide acétique, les endroits surexposés. On arrêtait le progrès du développement en projetant encore de l'acide acétique sur l'ensemble, à l'aide d'une pompe à main.

Ensuite, on immergeait, durant vingt minutes, l'épreuve dans un bain du même acide et, après lavage énergique, on la transportait dans la solution de fixage où on la laissait séjourner trois quarts d'heure. Après quoi, on la lavait sous l'eau courante pendant huit heures. Enfin, le séchage exigeait une dizaine d'heures. Ajoutons que cette originale photographie, retouchée d'ailleurs, excita jadis à Dresde un mouvement de curiosité moins vif parmi les Allemands que la prise de la crête de Vimy parmi les Parisiens d'aujourd'hui. Les scènes représentées n'offraient pas d'ailleurs le même intérêt !

JACQUES BOYER.

# REMONTÉ AUTOMATIQUEMENT, LE PHONOGRAPHE JOUE SANS ARRÊT

Le remontoir automatique pour phonographe n'est autre qu'un petit moteur électrique que l'on assujettit à l'appareil à l'endroit de la manivelle, laquelle,



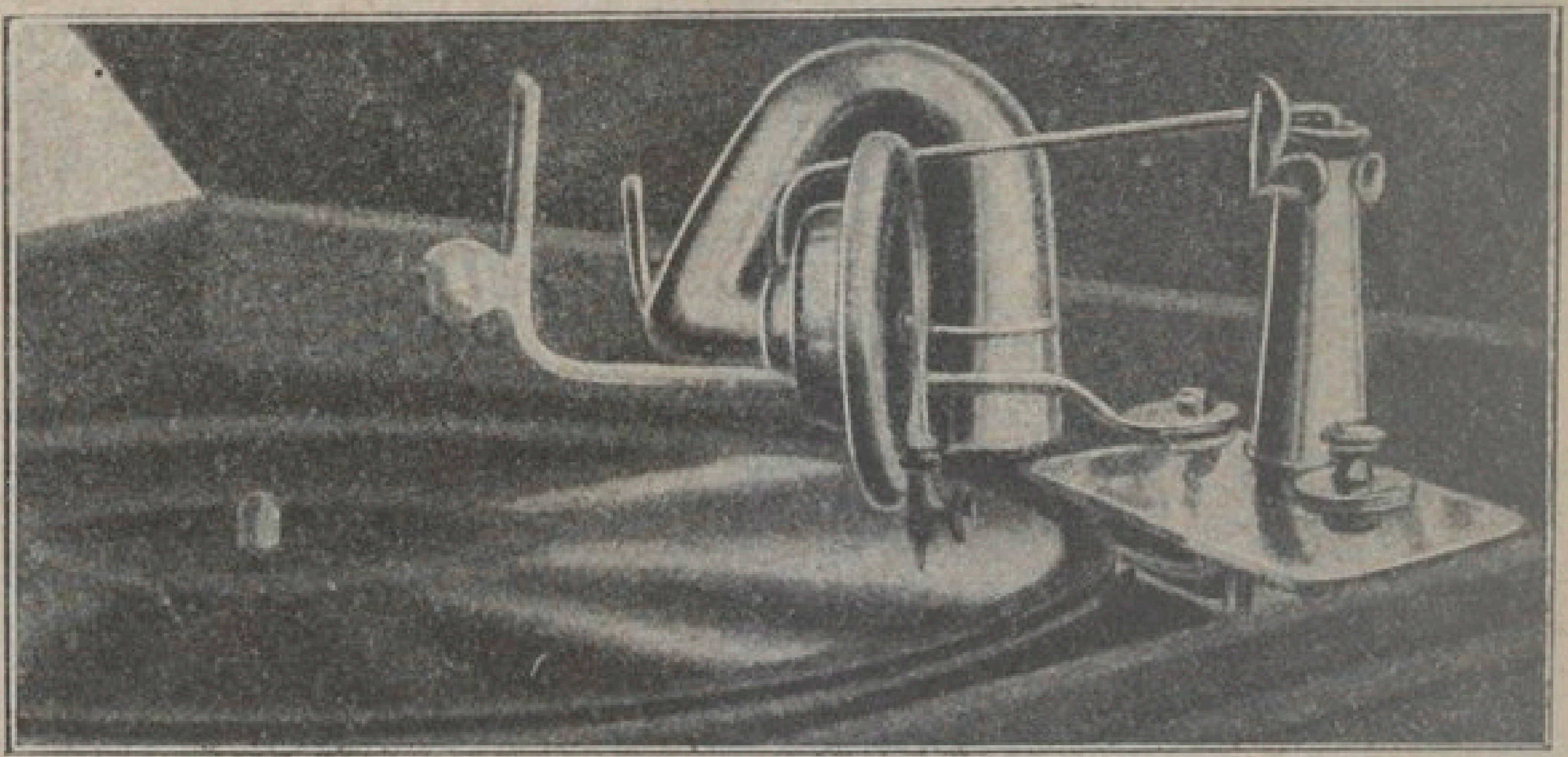
LE REMONTOIR AUTOMATIQUE DES PHONOGRAPHES EST UN PETIT MOTEUR ÉLECTRIQUE QUI SE FIXE A L'ENDROIT DE LA MANIVELLE

bien entendu, ne sert plus à rien. Ce moteur bande automatiquement le ressort-spirale qui fournit la force nécessaire à la rotation du disque chantant ; il cesse d'agir dès que le ressort est suffisamment tendu et se remet en marche quand cette tension tombe au-dessous d'une certaine valeur. Ce résultat est obtenu d'une façon très simple : dès que son circuit est fermé par un interrupteur approprié, le moteur tend à se mettre en marche et à fournir la force pour laquelle il a été construit. De deux choses l'une, ou bien cette force est supérieure à la tension du ressort au moment considéré, ou bien elle lui est inférieure. Dans le premier cas, le moteur se met à tourner et bande le ressort; dans le second cas, la tension du ressort diminuant progressivement, on conçoit qu'il arrive un moment où elle ne peut plus compenser l'effort moteur ; le moteur démarre alors immédiatement et rebande le ressort. Le cycle de ces opérations se renouvelle automatiquement tant que le circuit du moteur est fermé.

L'appareil peut se fixer sur n'importe quel phonographe, grand ou petit, au moyen d'une plaque et de quelques vis ; le profil de la plaque varie avec le type de l'appareil ainsi d'ailleurs que la tête de l'arbre moteur, laquelle doit s'adapter à la douille dans laquelle s'engageait la noix de la manivelle primitive. L'inventeur a donc dû prévoir autant de différents types d'arbres qu'il y a, sous ce rapport, de différentes marques d'appareils et aussi l'amovibilité de l'arbre du moteur en vue de l'adaptation éventuelle de ce dernier à des appareils de différentes constructions. Le moteur se relie à une prise de courant de lumière quelconque au moyen d'un câble souple de la longueur nécessaire.

Au moment où apparut cette invention, une autre, non moins ingénieuse, vint la compléter très heureusement en permettant de reproduire autant de fois qu'on veut le même disque sans avoir ni à arrêter l'appareil ni à soulever et reporter l'aiguille ou le saphir à la première spire.

Ce second dispositif ne contrarie pas plus que le premier le fonctionnement normal de l'appareil ; lorsque l'aiguille ou le saphir s'engage dans les sillons vierges qui terminent le disque chantant, le diaphragme, auquel la pointe est reliée, est soulevé et reporté rapidement au-dessus des premières spires sur lesquelles la pointe à nouveau se pose, ces mouvements étant commandés et réglés par un système de guides et de ressorts qui fonctionne avec beaucoup de précision. Mais, après tout, est-il bien agréable d'entendre plusieurs fois de suite le même morceau?



DISPOSITIF REPLAÇANT AUTOMATIQUEMENT L'AIGUILLE OU LE SAPHIR DU DIAPHRAGME DES PHONOGRAPHES

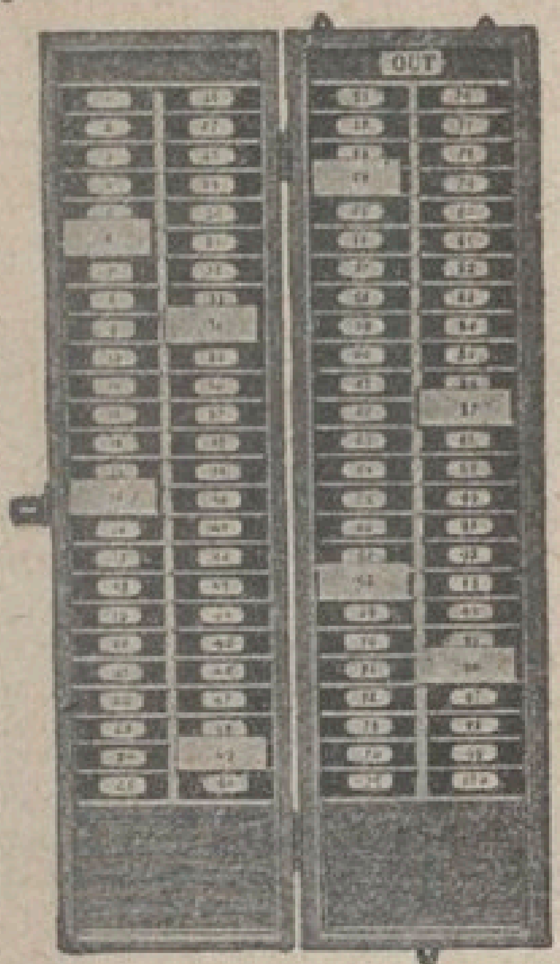
# LES APPAREILS POUR LE POINTAGE AUTOMATIQUE DU PERSONNEL

**Par René MAUBRET**

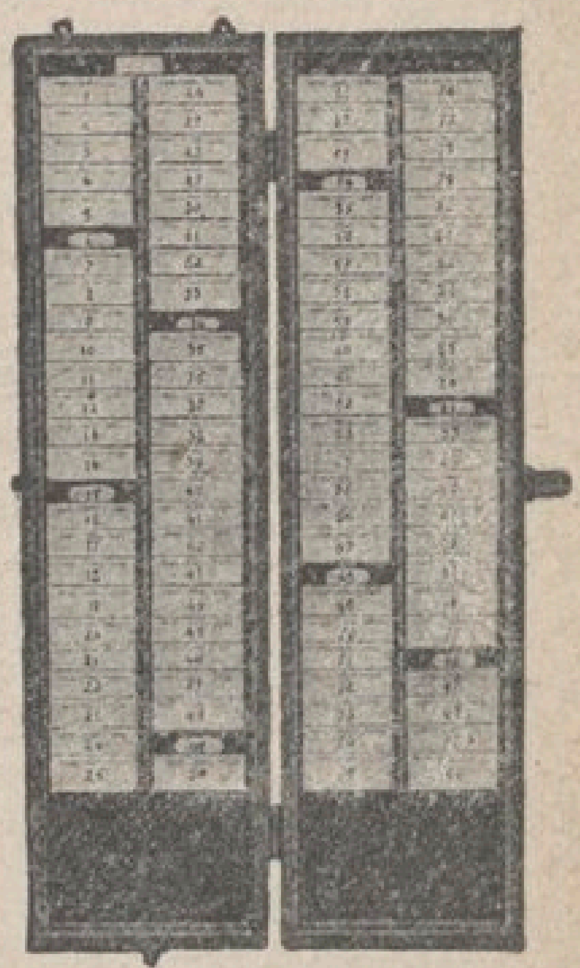
L'INDUSTRIE ayant pour but le plus gros chiffre de production et le commerce le plus gros chiffre d'affaires, dans un temps donné, il importe d'exiger, aussi bien du personnel ouvrier que du personnel administratif et même des cadres de ce personnel, que tous les instants convenus par les contrats de travail soient exclusivement et pleinement employés en vue de cette production industrielle ou de ce résultat commercial.

Que ce personnel soit payé à l'heure, à la semaine, au mois ou aux pièces, la main-d'œuvre, qui est un des éléments principaux du prix de revient, doit être soigneusement contrôlée. Que cette main-d'œuvre soit judicieusement employée et produise son maximum de rendement, ou que, par suite d'un défaut de surveillance, d'inexactitude dans le service, de manque d'organisation, l'ouvrier ne produise que la moitié de ce qu'il doit être capable de produire, les frais généraux courront néanmoins et seront sensiblement les mêmes. En conséquence, un contrôle minutieux du temps et de sa distribution intensifiera la production sans augmenter les frais généraux et réduira d'autant le prix de revient. Chauffage, éclairage, impôts, force motrice, assurance, surveillance coûtent autant si le personnel est irrégulier, manquant ou en retard.

On a calculé qu'un simple retard de cinq minutes à la rentrée des ouvriers représente, pour un atelier comportant cent compagnons à 10 francs par jour, une somme de 5.000 francs par an, et de plus de 25.000 francs s'ils sont cinq cents. Chiffre respectable qu'un bon administrateur s'efforcera de récupérer.



*Ce casier contient les cartes destinées à pointer l'entrée du personnel.*



*Les cartes pour le pointage de la sortie se trouvent dans cet autre casier.*

APPAREIL ENREGISTREUR AUTOMATIQUE A CARTES INDIVIDUELLES ET SES CASIERS

La journée de travail est, généralement, de neuf heures trente à dix heures, divisée en deux séances d'inégale durée, l'une de cinq heures, le matin de 7 heures à midi, l'autre de quatre heures trente à cinq heures après midi, entre 1 h. 30 et 6 heures ou 6 h. 30.

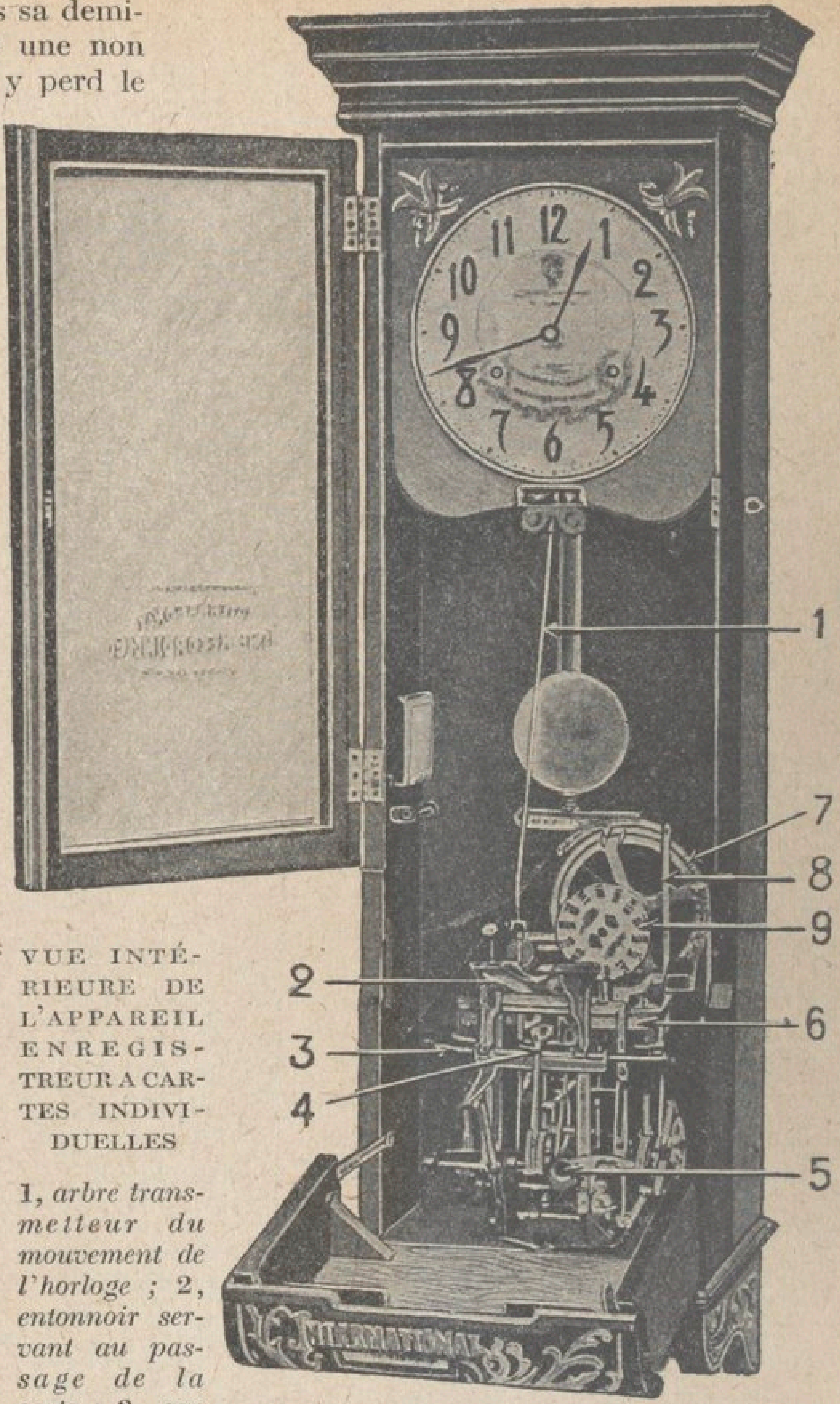
Dans maints ateliers, aujourd'hui encore, les contrôles d'entrée et de sortie des ouvriers se font d'une façon approximative par un surveillant qui se contente de fermer la porte aux retardataires. C'est assurément

pour l'ouvrier, la perte d'au moins sa demi-journée de travail, mais c'en est une non moins grande pour le patron qui y perd le profit qu'il aurait retiré de la production du retardataire ; c'est une ou plusieurs machines immobilisées ; c'est la fabrication de toute une série de pièces interrompue, d'où retard dans les livraisons et ses conséquences. Mauvais procédé dont la sanction retombe non seulement sur le retardataire coupable, mais aussi sur le patron, qui ne l'est pas.

Si une machine fait le travail de dix hommes, son conducteur, par minute perdue, provoque la perte de production et le bénéfice de dix hommes. Les machines coûteuses, surtout, ne doivent jamais rester inoccupées sans nécessité absolue.

Parfois, on emploie le jeton numéroté que l'ouvrier, à la rentrée, décroche d'un tableau ; mais ce système, s'il permet au contremaître de se rendre compte, d'un simple coup d'œil jeté sur le tableau, du nombre d'ouvriers retardataires ou absents, exige un surveillant pour pointer les heures de passage. Le jour de paye venu, des discussions, des contestations peuvent se produire, que la création de divers appareils mécaniques de contrôle a rendues impossibles.

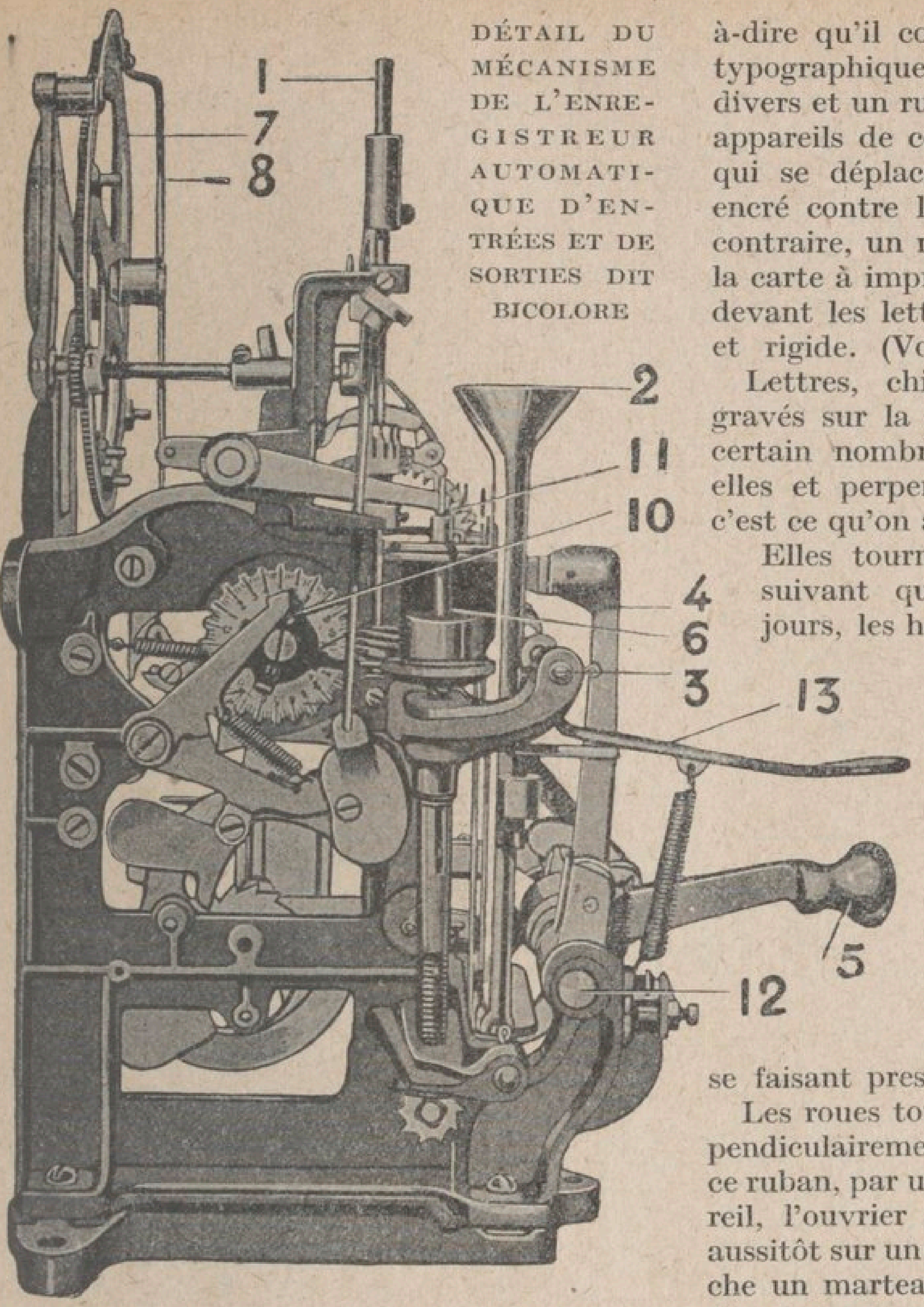
A l'aide de ces appareils, en effet, l'ouvrier poinçonne lui-même, dans le minimum de temps possible, le jour et l'heure de sa rentrée ou de sa sortie, du soir ou du matin. Un document imprimé, soit personnel, soit collectif, reste, qui, par la suite, servira à l'établissement des feuilles de paye et fera foi en cas de contestation. Si, d'une part, le patron peut, grâce à ces fiches, établir exactement le temps passé par l'ouvrier au travail, ne payer que ces heures ou fractions d'heure, et se rendre compte s'il reçoit en production, et en présences, la contre-valeur de ce qu'il donne en salaires, par contre, la main-d'œuvre y trouve la garantie de tous les avantages, droits et prérogatives que les lois accordent à la classe ouvrière. Le personnel est assuré de la correction de son enregistrement, au moment où il l'opère, sans aucune sorte d'intermédiaire ; et l'inscription faite autrefois par le pointeur, devenue désormais inutile, ne peut plus être discutée.




VUE INTÉRIEURE DE L'APPAREIL ENREGISTREUR A CARTES INDIVIDUELLES

1, *arbre transmetteur du mouvement de l'horloge ;* 2, *entonnoir servant au passage de la carte ;* 3, *axe du chariot porte-carte ;* 4, *marteau ;* 5, *poignée ;* 6, *ruban bicolore ;* 7, *pignon de commande des roues d'impression ;* 8, *levier de commande ;* 9, *cercle indicateur des jours.*

Un autre avantage de ces contrôleurs mécaniques est la rapidité avec laquelle ils permettent d'opérer. L'enregistrement, pour les appareils à cartes, peut se faire à la vitesse de quarante à soixante personnes à la minute. Ce chiffre peut être augmenté encore par les appareils à perforation qui, comme on le verra plus loin, ne demandent à l'ouvrier que le seul mouvement d'appuyer sur un bouton, mais qui, toutefois, n'enregistrent l'heure du passage qu'à cinq minutes près, ce qui n'a pas grand inconvénient.




DÉTAIL DU MÉCANISME DE L'ENREGISTREUR AUTOMATIQUE D'ENTRÉES ET DE SORTIES DIT BICOLORE

*1, arbre transmetteur du mouvement de l'horloge ; 2, entonnoir servant au passage de la carte ; 3, axe du chariot porte-carte ; 4, marteau ; 5, poignée ; 6, ruban bicolore ; 7, pignon de commande des roues d'impression ; 8, levier de commande ; 10, came pour le réglage des heures ; 11, une roue d'impression ; 12, axe-support du marteau ; 13, manette servant à déplacer le chariot porte-carte.*

Tous ces appareils ont, nécessairement, pour base une horloge dont le cadran et les aiguilles visibles permettent à l'ouvrier de constater l'heure exacte à laquelle il poinçonne sa carte, heure qui, d'ailleurs, se trouve reproduite, ainsi que le jour, sur la carte. Le mouvement d'horlogerie, par une tige articulée et des renvois angulaires, commande un dispositif d'engrenages et de roues servant à composer et à imprimer automatiquement, sur les cartes, les inscriptions nécessaires.

Ce dispositif est du même genre que celui employé dans les machines à écrire, c'est-à-dire qu'il comporte un jeu de caractères typographiques, chiffres, lettres et signes divers et un ruban encré. Toutefois, dans les appareils de contrôle, ce n'est pas la lettre qui se déplace et vient frapper le ruban encré contre la feuille de papier, c'est, au contraire, un marteau qui vient frapper sur la carte à imprimer et le ruban encré placés devant les lettres alignées en un point fixe et rigide. (Voir la figure ci-contre.)

Lettres, chiffres et signes divers sont gravés sur la circonférence extérieure d'un certain nombre de roues, parallèles entre elles et perpendiculaires au ruban encré ; c'est ce qu'on appelle les roues d'impression. Elles tournent à des vitesses variables suivant qu'elles doivent marquer les jours, les heures, les minutes ou d'autres indications spéciales. La roue des vingt-quatre heures n'effectuera qu'une révolution par jour, de même que celle imprimant les sept jours de la semaine, tandis que la roue d'impression des minutes effectuera une révolution complète par heure. On a généralement adopté, pour les appareils de contrôle, la périodicité hebdomadaire, les payes se faisant presque toujours chaque semaine.

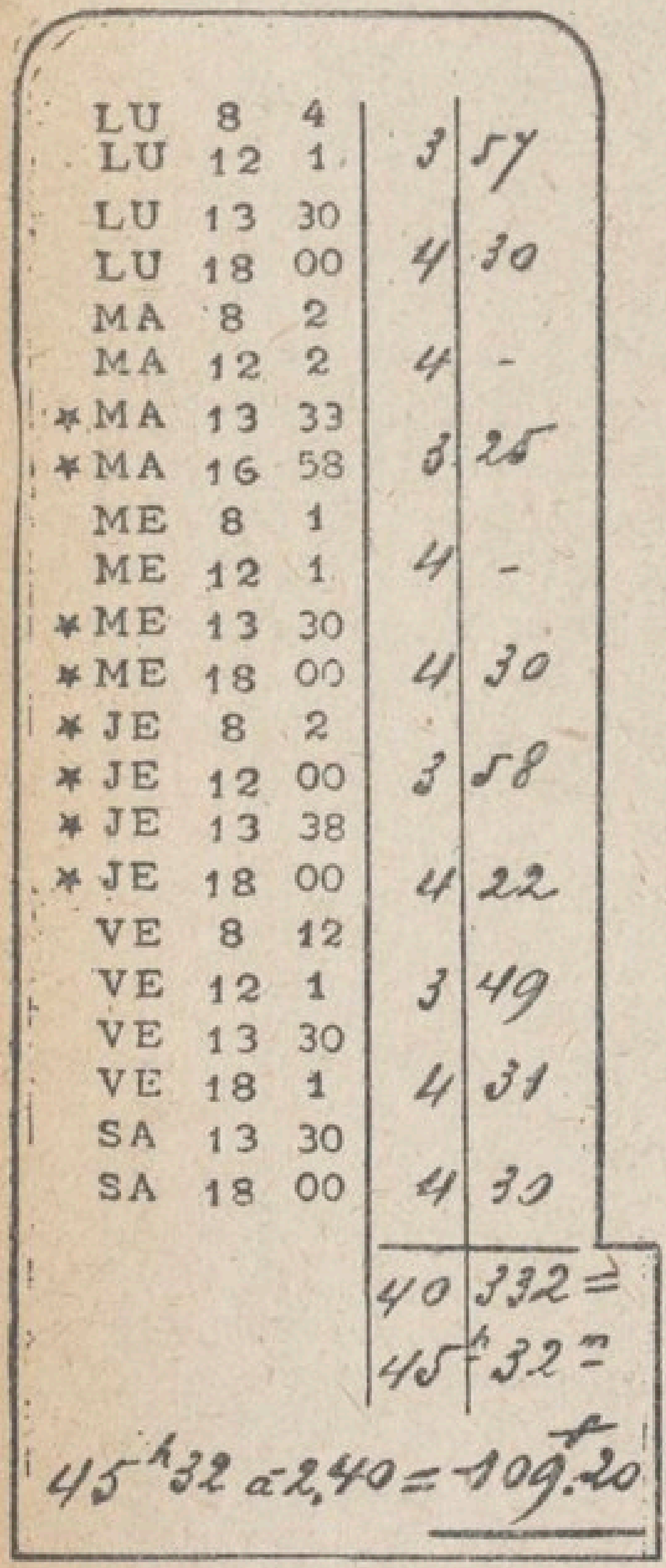
Les roues tournent, nous l'avons dit, perpendiculairement au ruban encré. Devant ce ruban, par une fente ménagée dans l'appareil, l'ouvrier introduit la carte et appuie aussitôt sur un levier. Ce mouvement déclenche un marteau, qui vient frapper la carte directement en face du point où se présentent à ce moment, de l'autre côté du ruban, les caractères typographiques des roues et les imprime. A chaque déclenchement du marteau, un timbre résonne, indiquant que l'enregistrement a effectivement eu lieu.

Un dispositif spécial permet d'établir si l'enregistrement s'est fait pendant ou en dehors des heures de travail. Dans ce but, une roue, tournant à raison d'un tour par vingt-quatre heures, porte, en des points déterminés, des ergots qui, au moment de leur passage au zénith, actionnent un levier.

Ce levier met en jeu une nouvelle roue d'impression portant une astérisque ou un chiffre penché, ou un chiffre souligné, de telle sorte qu'un coup d'œil sur la carte suffit pour constater les arrivées tardives ou anormales. Ces ergots sont placés sur la roue suivant les heures fixées pour l'entrée ou la sortie des ateliers ; passé l'heure d'entrée, ils font apparaître les signes parti-

culiers ; après l'heure de sortie, ils ramènent les signes normaux. La lecture des cartes individuelles ainsi imprimées est d'autant plus rapide que la comptabilité n'aura à tenir compte, dans ses calculs, que des annotations irrégulières. Partout, au contraire, où les chiffres sont normaux, il est évident que la présence de l'ouvrier a été normale, c'est-à-dire que si la séance de travail doit être de cinq heures, l'ouvrier a été, pendant tout ce temps, à son banc. Sans avoir à calculer, le comptable inscrira d'office, dans la colonne des heures à additionner, le chiffre 5. La semaine finie, on fait soigneusement le décompte de toutes ces heures, on totalise et on indique la somme à régler d'après le tarif convenu avec l'ouvrier titulaire de cette fiche.

On voit ainsi combien est simplifié le travail, dont la machine a fait automatiquement plus de la moitié. Toutes ces cartes réunies constituent une sorte de dossier de la main-d'œuvre contre lequel aucune contestation n'est possible.



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LU | 8 | 4 | | |
| LU | 12 | 1 | 3 | 57 |
| LU | 13 | 30 | | |
| LU | 18 | 00 | 4 | 30 |
| MA | 8 | 2 | | |
| MA | 12 | 2 | 4 | - |
| *MA | 13 | 33 | | |
| *MA | 16 | 58 | 3 | 25 |
| ME | 8 | 1 | | |
| ME | 12 | 1 | 4 | - |
| *ME | 13 | 30 | | |
| *ME | 18 | 00 | 4 | 30 |
| *JE | 8 | 2 | | |
| *JE | 12 | 00 | 3 | 58 |
| *JE | 13 | 38 | | |
| *JE | 18 | 00 | 4 | 22 |
| VE | 8 | 12 | | |
| VE | 12 | 1 | 3 | 49 |
| VE | 13 | 30 | | |
| VE | 18 | 1 | 4 | 31 |
| SA | 13 | 30 | | |
| SA | 18 | 00 | 4 | 30 |
| | | | 40 | 332 = |
| | | | 45 | h 32 = |

45h32 à 2,40 = 109.20

LA CARTE CISAILLÉE

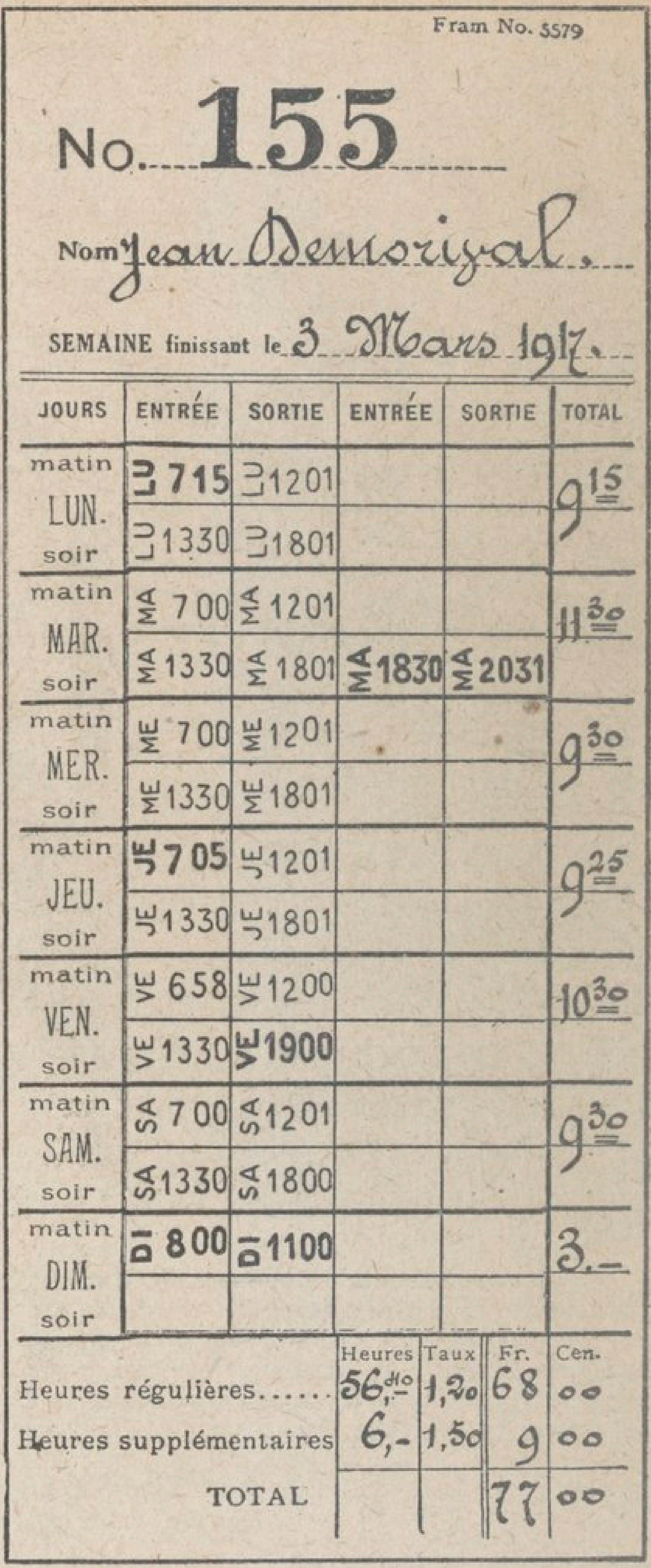
*Les astérisques indiquent les arrivées tardives ou anormales.*

Chaque enregistrement devant occuper sur la carte un certain espace, il a fallu faciliter le déplacement de celle-ci, faute de quoi les enregistrements viendraient s'imprimer l'un sur l'autre, se superposer et puis se confondre.

Pour cela plusieurs procédés ont été mis en œuvre.

Tel appareil comporte une cisaille qui, actionnée par le levier sur lequel appuie l'ouvrier, fait tomber chaque fois un morceau de carton, de telle façon que la carte, au prochain enregistrement, s'engagera plus avant dans la fente de tout l'espace détaché par le coup de cisaille et que chaque notation viendra automatiquement s'imprimer au-dessous de la précédente.

Tel autre appareil opère par déplacement



Fram No. 5579

No. 155

Nom Jean Desmorizal.

SEMAINE finissant le 3 Mars 1917.

| JOURS | | ENTRÉE | SORTIE | ENTRÉE | SORTIE | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LUN. | matin | LU 715 | LU 1201 | | | 9 15 |
| | soir | LU 1330 | LU 1801 | | | |
| MAR. | matin | MA 700 | MA 1201 | | | 11 30 |
| | soir | MA 1330 | MA 1801 | MA 1830 | MA 2031 | |
| MER. | matin | ME 700 | ME 1201 | | | 9 30 |
| | soir | ME 1330 | ME 1801 | | | |
| JEU. | matin | JE 705 | JE 1201 | | | 9 25 |
| | soir | JE 1330 | JE 1801 | | | |
| VEN. | matin | VE 658 | VE 1200 | | | 10 30 |
| | soir | VE 1330 | VE 1900 | | | |
| SAM. | matin | SA 700 | SA 1201 | | | 9 30 |
| | soir | SA 1330 | SA 1800 | | | |
| DIM. | matin | DI 800 | DI 1100 | | | 3.- |
| | soir | | | | | |

| | Heures | Taux | Fr. | Cen. |
|---|---|---|---|---|
| Heures régulières...... | 56,40 | 1,20 | 68 | 00 |
| Heures supplémentaires | 6,- | 1,50 | 9 | 00 |
| TOTAL | | | 77 | 00 |

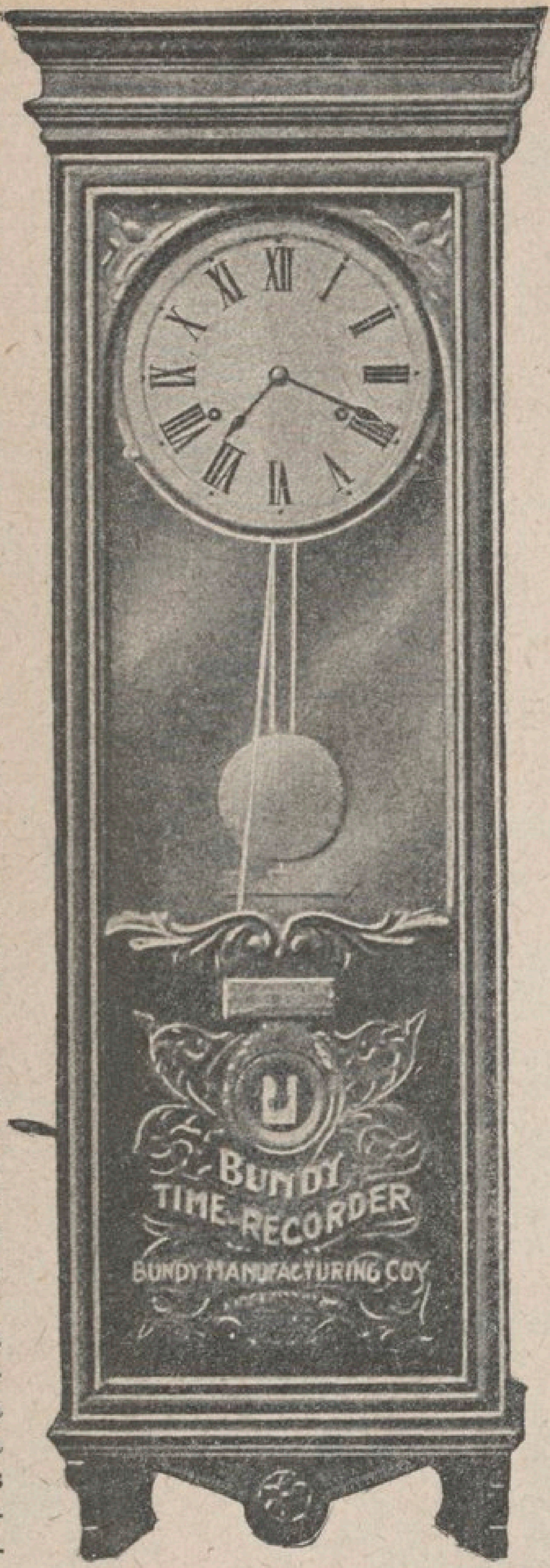
SPÉCIMEN D'UNE CARTE IMPRIMÉE

*Cette carte montre l'enregistrement d'une semaine entière ; les heures régulières en bleu, les heures irrégulières ou supplémentaires en rouge (ces dernières sont plus foncées sur le dessin).*

latéral de la carte pour noter les entrées et les sorties. Le chariot sur lequel on place la carte à imprimer peut, dans ce cas, coulisser de gauche à droite ; ce déplacement est fait par l'ouvrier lui-même à l'aide d'une manette horizontale dont l'extrémité sort, par une rainure, sur la face antérieure de la boîte. Il fait passer ainsi cette manette dans des encoches correspondant aux emplacements réservés sur la carte aux entrées, aux sorties et aux heures supplémentaires. Cette opération, dans certains appareils plus perfectionnés, mais plus compliqués aussi, se fait automatiquement.

Chaque employé ou ouvrier a une carte à son nom et à son numéro ; cette carte est déposée, à l'entrée de l'atelier, dans un casier voisin de l'appareil de contrôle. A son arrivée, il prend cette carte, l'introduit dans la fente, actionne le levier jusqu'à ce que la sonnerie se fasse entendre, retire alors la carte, s'assure que le jour, l'heure et la minute y sont bien imprimés, et la dépose dans un autre casier où il la reprendra à sa sortie, pour effectuer la même opération en sens inverse. Ces quelques mouvements peuvent s'exécuter en moins de deux secondes. (Figures page 475.)

Pour rendre encore plus facile et plus rapide la lecture d'une carte de contrôle, on a imaginé l'impression bicolore. Le ruban encré est de deux couleurs, bleu et rouge, dans le sens du déroulement. Toutes les fois que l'enregistrement a lieu pendant les heures normales, c'est la partie bleue qui se présente automatiquement devant le marteau imprimeur ; au contraire, dès que l'heure régulière de l'entrée est passée et que le retard commence pour l'ouvrier, le ruban rouge se substitue au ruban bleu. Il s'ensuit que tout chiffre imprimé en rouge signale une irrégularité et attire immédiatement l'attention du comptable dont le travail de recherche et de calcul se trouve ainsi simplifié.




APPAREIL DE CONTROLE A CLEFS

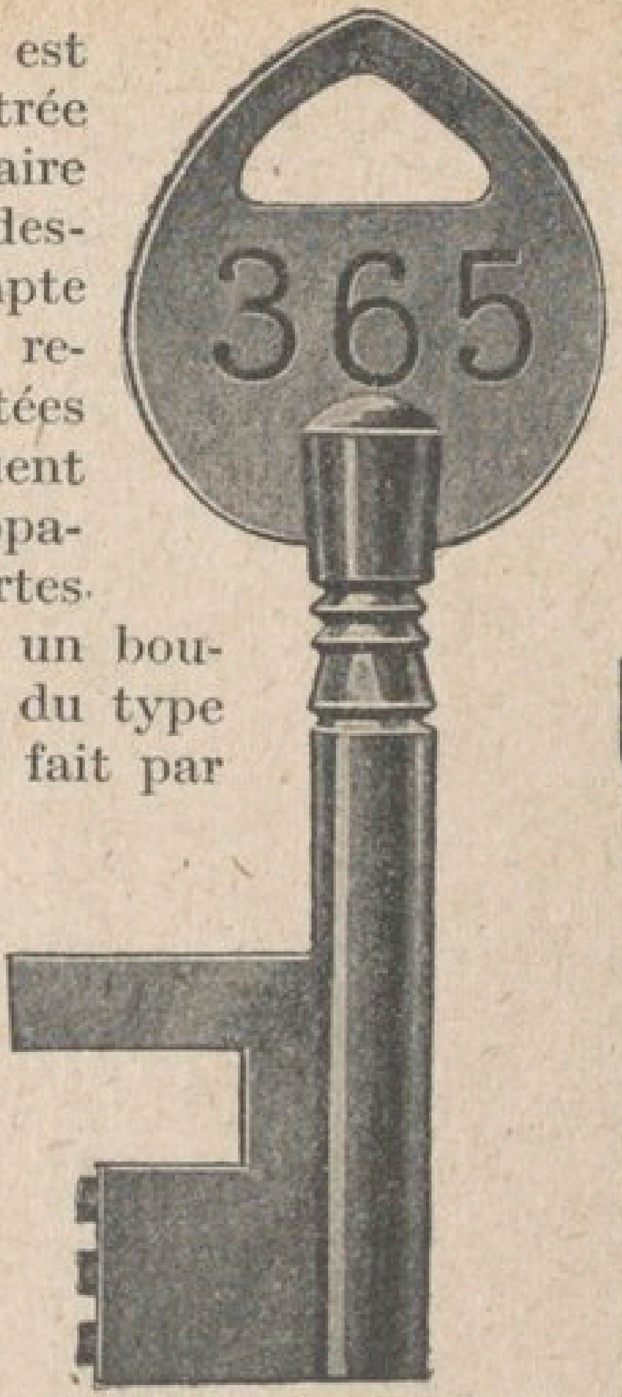
*L'enregistrement des passages se fait sur une bande qui se déroule à l'intérieur de l'appareil.*

D'autres appareils plus simples sont encore en usage ; parmi eux l'enregistreur automatique à clefs, qui permet l'enregistrement d'un nombre illimité de passages pendant vingt-quatre heures. Dans cet appareil, une bande de papier, destinée à recevoir les annotations, se trouve à l'intérieur de la boîte, et l'impression en est commandée par une clef que l'ouvrier introduit comme dans une serrure. Un simple quart de tour de cette clef suffit pour effectuer l'opération de poinçonnage, qui consiste ici à indiquer l'heure et la minute du passage et le numéro de la clef. Heures, minutes et signes particuliers mentionnant les irrégularités sont, comme dans les autres appareils, mis en action par un mouvement d'horlogerie. Les heures de l'après-midi sont soulignées ; les sorties sont indiquées par un astérisque qui précède l'heure. Quant au numéro de la clef, il est imprimé par la clef elle-même. Cette clef porte deux saillies d'une égale longueur ; l'une, la plus longue, agissant comme une came, sert à faire avancer la bande de papier de l'espace nécessaire à l'impression d'un enregistrement ; l'autre porte sur sa tranche les chiffres, correspondant au numéro de la clef, qui viendront s'imprimer sur la bande à côté de l'heure. Chaque ouvrier a toujours à sa portée sa clef numérotée.

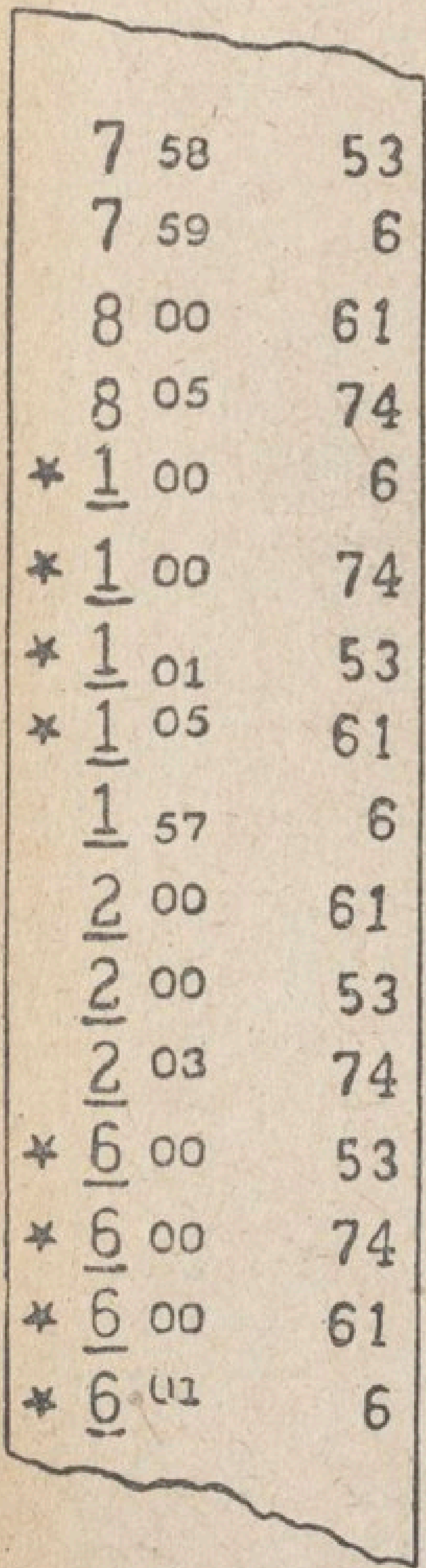
Les enregistrements du personnel apparaissent sur la bande par ordre chronologique, les retardataires se trouvant inscrits en queue, naturellement. Le comptable

saura donc que tout ce qui est au-dessus de la première entrée en retard doit toucher le salaire normal et tout ce qui est au-dessous doit subir un décompte proportionnel au total des retards. Les clefs qui sont restées accrochées au tableau indiquent les absents. Il est des appareils qui n'emploient ni cartes ni clefs : une pression sur un bouton suffit. Avec le modèle du type Simplex, le poinçonnage se fait par perforation. L'horloge communique son mouvement à un cylindre enregistreur dont le papier est divisé en un certain nombre de parties égales représentant le temps suivant les génératrices et le nombre des ouvriers dans le sens de la circonférence. Vingt-quatre génératrices correspondent aux vingt-quatre heures de la journée, chaque heure étant divisée elle-même en quatre parties ; dans le sens de la circonférence autant de lignes qu'il y a d'ouvriers à contrôler. Ceux-ci, à leur passage, pressent le bouton portant leur numéro et mettent ainsi en mouvement un levier dont la pointe vient percer le papier du cylindre enregistreur au point correspondant à l'heure que l'horloge marque à ce moment. Le passage de l'ouvrier n'est enregistré ici qu'à dix ou quinze minutes près, jamais davantage.

Aussi rapide mais beaucoup plus précis est l'enregistreur « Dey », à feuilles. Cet appareil, comme celui à perforation, dont nous parlons plus haut, enregistre sur un cylindre, suivant autant de génératrices qu'il y a d'ouvriers à contrôler, les passages de ceux-ci ; mais

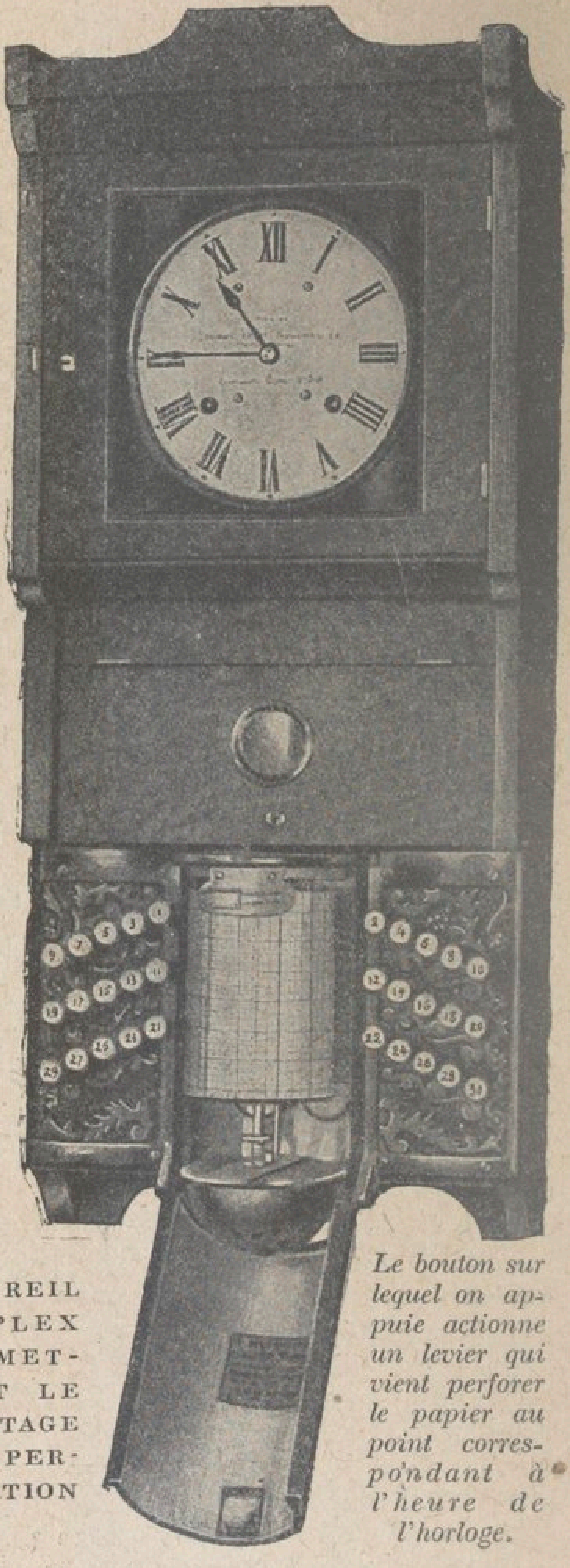



L'UNE DES CLEFS NUMÉROTÉES DU PRÉCÉDENT APPAREIL



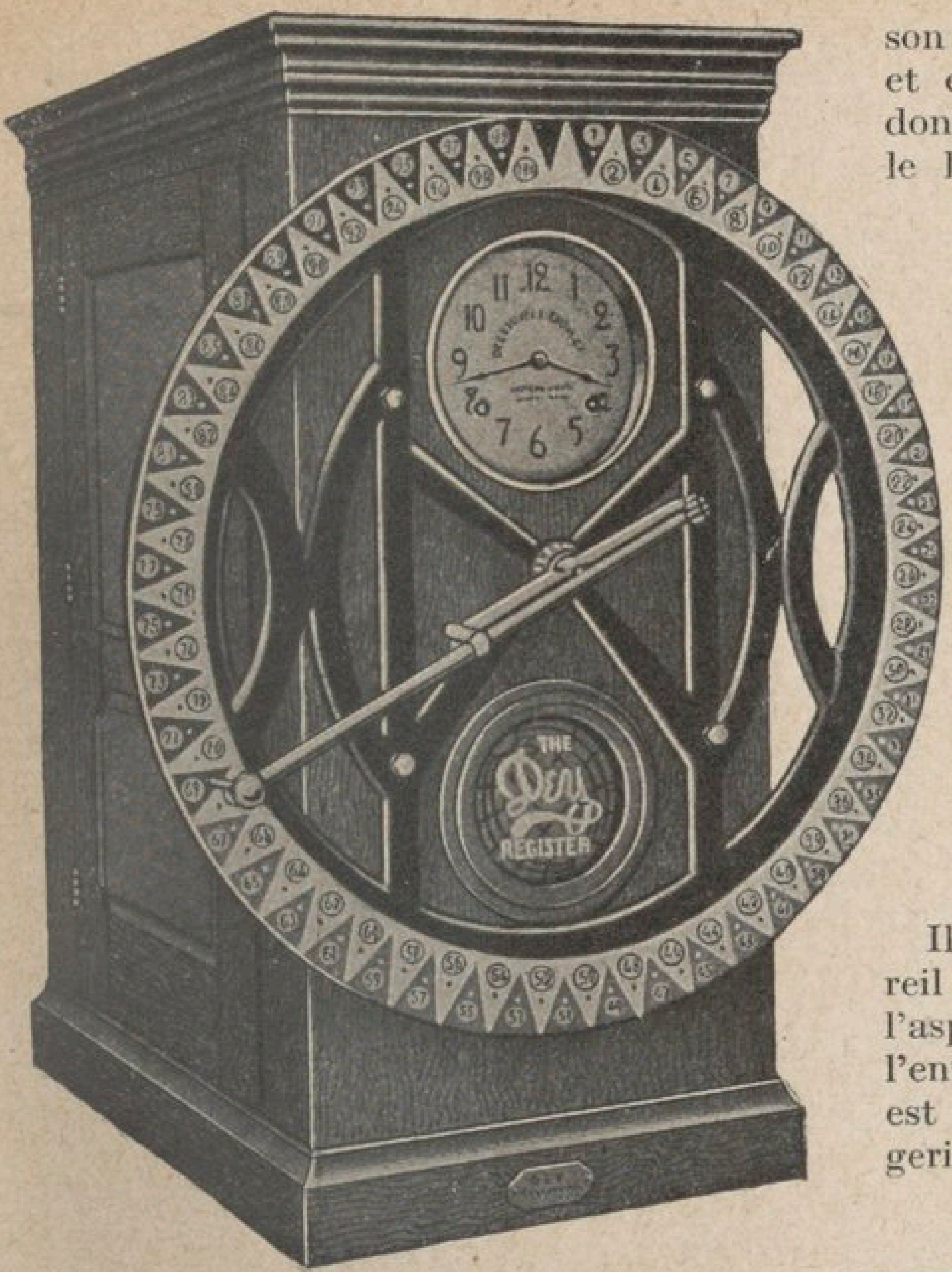

BANDE D'ENREGISTREMENT DE L'APPAREIL A CLEFS

*L'astérisque signifie « sortie » ; les chiffres soulignés indiquent les heures de l'après-midi.*



APPAREIL SIMPLEX PERMETTANT LE POINTAGE PAR PERFORATION

*Le bouton sur lequel on appuie actionne un levier qui vient perforer le papier au point correspondant à l'heure de l'horloge.*




ENREGISTREUR DEY A FEUILLES

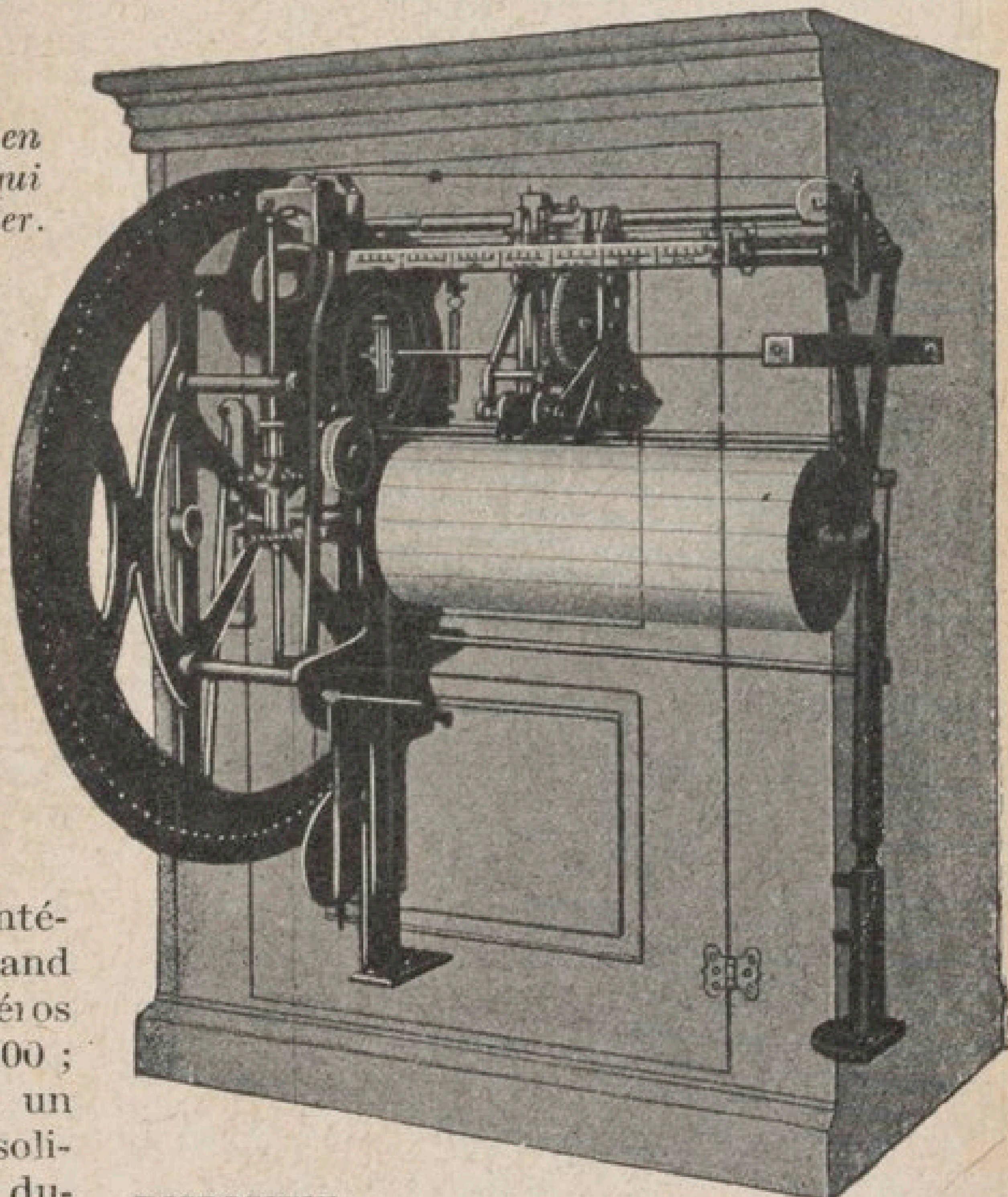
*L'employé ou l'ouvrier pointe son passage en appuyant l'extrémité du levier sur le numéro qui lui a été attribué à son magasin ou à son atelier.*

son numéro, celui-ci appuie sur le levier et enfonce la pointe. Par ce mouvement, dont l'amplitude est de 2 à 3 centimètres, le levier, articulé à son autre extrémité, repousse à travers la boîte la tige axiale et fait descendre, par un jeu de bascule, sur le papier du cylindre enregistreur, l'ensemble du dispositif imprimeur. Ce dispositif, muni des mêmes organes que ceux des appareils à cartes, roues d'impression et ruban encré, frappe ainsi, en bleu ou en rouge, suivant les heures régulières ou irrégulières, les heures de passage de l'employé sur la ligne même qui lui est attribuée. Monté sur chariot, il se déplace automatiquement dans le sens des génératrices du cylindre afin que les enregistrements successifs s'impriment régulièrement à la suite les uns des autres et ne se superposent pas.

Il nous reste enfin à dire un mot de l'appareil de contrôle Howard, à signatures, dont l'aspect extérieur est semblable à celui de l'enregistreur à cartes et qui, comme celui-ci, est commandé par un mouvement d'horlogerie dont le cadran et les aiguilles sont

il enregistre, non pas à l'aide de perforations, mais en imprimant, comme les appareils à carte, les heures successives de tous ces passages pendant une journée. Le service de la comptabilité dispose donc, dans ce cas, d'une seule feuille qui permet d'établir la paye de tout l'atelier pour un jour. Le compte de chaque ouvrier s'établit très pratiquement suivant la génératrice portant le numéro attribué à cet ouvrier.

L'appareil se présente sous la forme d'une armoire, dont les côtés sont munis de glaces permettant de voir à l'intérieur. La face antérieure porte un grand cercle sur lequel sont inscrits les numéros des employés depuis 1 jusqu'à 150 ou 200 ; en regard de chacun de ces numéros, un trou est percé dans le bois. Un levier, solidaire du cylindre enregistreur, sur l'axe duquel il est monté, peut se déplacer et présenter son extrémité sur tous les points du cercle. Cette extrémité porte une pointe qui peut s'engager dans les trous. Lorsque la pointe est amenée par l'employé en face de



DISPOSITIF INTÉRIEUR DE L'APPAREIL A FEUILLES

*Un chariot imprimeur se déplace horizontalement, à l'intérieur de la machine, au-dessus du cylindre enregistreur. Celui-ci tourne autour de son axe solidairement avec le levier intérieur.*

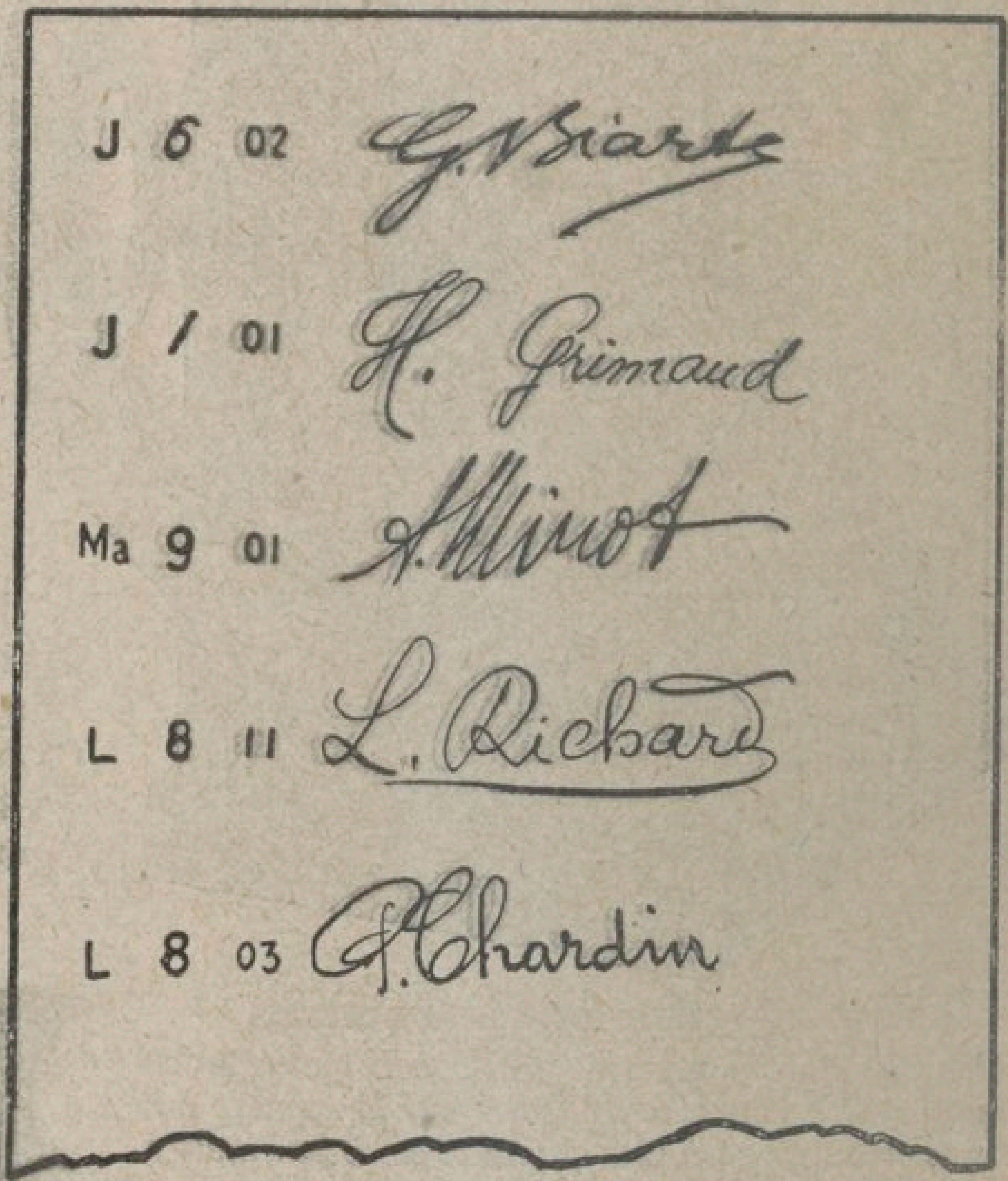
visibles. Un cylindre enregistreur, sur lequel s'impriment les heures de passage des employés, se déroule devant une fente ménagée dans la boîte. Par cette fente, qui mesure environ 7 millimètres, l'employé appose sa

APPAREIL A SIGNATURES HOWARD

*Sur le cylindre enregistreur, l'employé signe son nom par une ouverture spéciale ménagée dans la boîte de l'appareil.*

signature sur la partie visible du cylindre, presse sur le levier et, automatiquement, le jour, l'heure, la minute s'impriment en regard de la signature, la feuille avance et la partie écrite, qu'on ne peut plus toucher, fait place aussitôt à une partie blanche prête à recevoir une nouvelle inscription.

Dans certaines usines où le nombre des ouvriers est considérable et se chiffre par plusieurs milliers, il a fallu réserver des emplacements spéciaux pour recevoir les appareils de contrôle et canaliser, aux heures de rentrée et de sortie, l'affluence par trop considérable du personnel. Un appareil ne pouvant servir qu'à deux cents personnes




FRAGMENT DU CYLINDRE ENREGISTREUR

*A gauche de chaque signature, l'appareil inscrit l'heure d'arrivée au moyen d'un mécanisme intérieur actionné et réglé par le mouvement de la pendule. Les heures du matin sont en caractères droits, celles du soir, en caractères penchés.*

au maximum, on voit la quantité qu'il est nécessaire d'en disposer sur les murs de l'usine.

Devant chacun de ces appareils et des deux casiers qu'il comporte, on a dû installer des barrières, comme aux guichets des gares de chemin de fer, afin d'éviter la bousculade de la foule qui se présente toujours à la dernière minute, mais veut être contrôlée avant que cette dernière minute soit achevée. Deux cents contrôles demandant à peu près quatre minutes, il faudra, pour cinq mille ouvriers, par exemple, vingt-cinq appareils de contrôle ; il faudra aussi que ces appareils soient disposés de telle façon que, sans gêne et sans trouble, les cinq mille contrôles se puissent faire en quatre minutes ; on comprend d'après cela, l'importance de la place qu'il faut réserver à cette organisation.

RENÉ MAUBRET

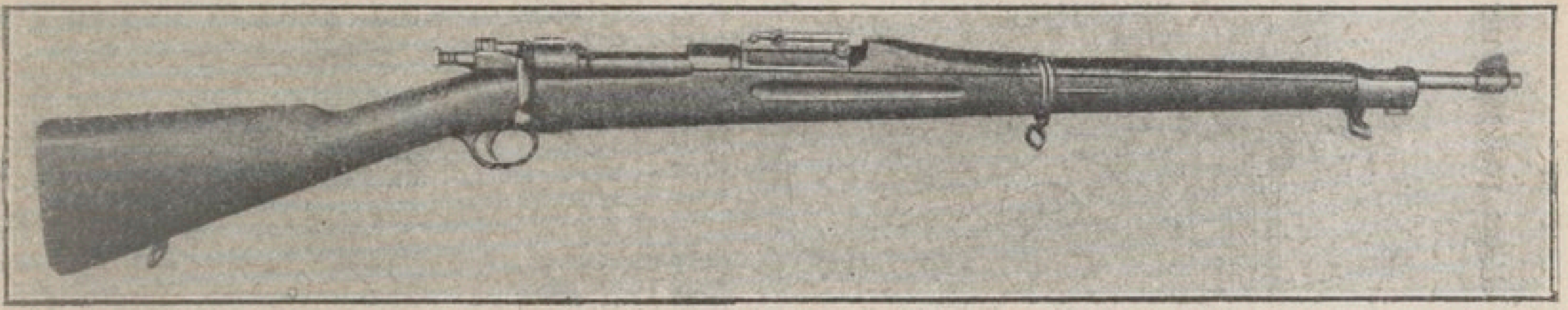
# LA FABRICATION DU FUSIL DE L'INFANTERIE AMÉRICAINE

Par Richard GRÉVYL

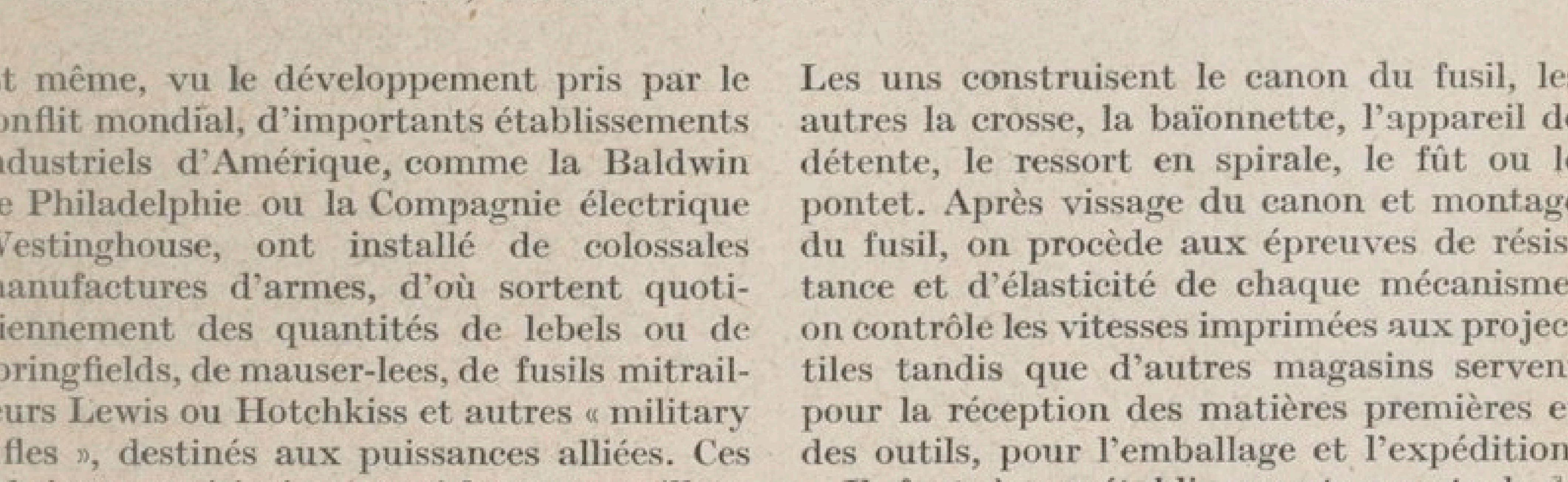
Combien de milliers de fusils ne faut-il pas pour armer les nombreux Sammies qui s'instruisent dans les divers camps des Etats-Unis, afin de venir nous aider à abattre le militarisme allemand ! Aussi les anciennes firmes transatlantiques réputées depuis longtemps dans cette fabrication, la Remington Arms Union Metallic Cartridge, la Smith et Wesson, la Colt, la Winchester Repeating Arms Co., par exemple, travaillent actuellement de façon intensive. Et même, vu le développement pris par le conflit mondial, d'importants établissements industriels d'Amérique, comme la Baldwin de Philadelphie ou la Compagnie électrique Westinghouse, ont installé de colossales manufactures d'armes, d'où sortent quotidiennement des quantités de lebels ou de springfields, de mauser-lees, de fusils mitrailleurs Lewis ou Hotchkiss et autres « military rifles », destinés aux puissances alliées. Ces fabriques américaines possèdent un outillage très important : des tours-revolvers perfectionnés, des perceuses, des foreuses, des aléseuses, des mortaiseuses, des raboteuses et autres merveilles de mécanique.

Un fusil doit, en effet, passer par des centaines de mains habiles avant de pouvoir tirer une cartouche. Sa construction comporte une succession de phases qui se partagent en deux séries bien distinctes : le travail du *bois* et celui des *métaux*. Pour obtenir la précision et la rapidité de la fabrication, on répartit, dans chaque usine, ces diverses manipulations entre un certain nombre d'ateliers. Les uns construisent le canon du fusil, les autres la crosse, la baïonnette, l'appareil de détente, le ressort en spirale, le fût ou le pontet. Après vissage du canon et montage du fusil, on procède aux épreuves de résistance et d'élasticité de chaque mécanisme, on contrôle les vitesses imprimées aux projectiles tandis que d'autres magasins servent pour la réception des matières premières et des outils, pour l'emballage et l'expédition.

Il faut à ces établissements un stock de bois solide, d'une texture serrée, aussi léger que possible et peu sujet à se fendre, pour



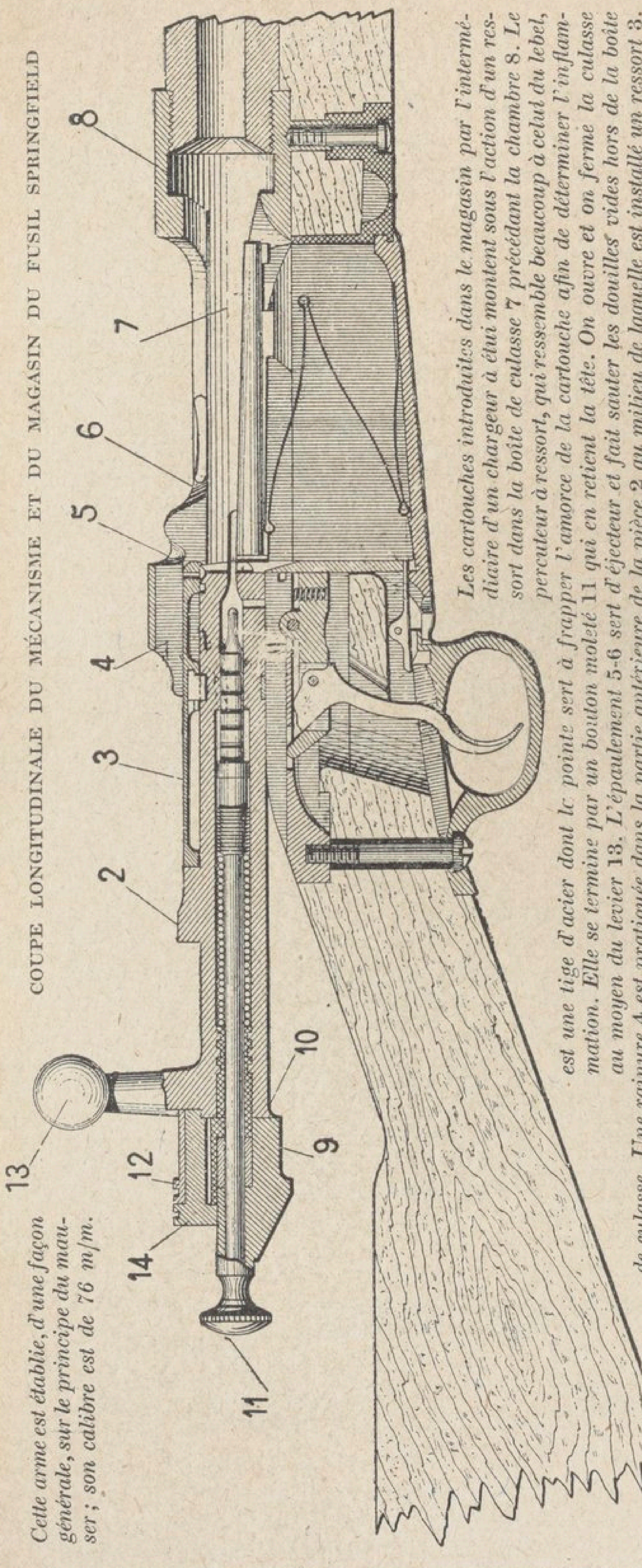
LE FUSIL SPRINGFIELD, MODÈLE 1914, EN USAGE DANS L'ARMÉE AMÉRICAINE




LA HAUSSE ET LA BOITE DE CULASSE DU SPRINGFIELD

1, *hausse mobile graduée en distances ;* 8, *curseur à rallonge ;* 7, *vis de fixation du curseur ;* 3, *épaulement ;* 4, *éjecteur de l'étui de la cartouche tirée, placé derrière le boulon de retenue* 6 ; 9, *pivot de l'éjecteur ; la rainure* 10 *porte une entaille carrée* 2.

COUPE LONGITUDINALE DU MÉCANISME ET DU MAGASIN DU FUSIL SPRINGFIELD




*Cette arme est établie, d'une façon générale, sur le principe du mauser ; son calibre est de 76 m/m.*

*Les cartouches introduites dans le magasin par l'intermédiaire d'un chargeur à étui montent sous l'action d'un ressort dans la boîte de culasse 7 précédant la chambre 8. Le percuteur à ressort, qui ressemble beaucoup à celui du lebel, est une tige d'acier dont la pointe sert à frapper l'amorce de la cartouche afin de déterminer l'inflammation. Elle se termine par un bouton moleté 11 qui en retient la tête. On ouvre et on ferme la culasse au moyen du levier 13. L'épaulement 5-6 sert d'éjecteur et fait sauter les douilles vides hors de la boîte de culasse. Une rainure 4 est pratiquée dans la partie antérieure de la pièce 2 au milieu de laquelle est installé un ressort 3. La partie postérieure de la culasse mobile porte le chien et le manchon 12-14, ainsi que les ressauts 9 et 10. Les gardes, sous-gardes, la détente et autres détails du fusil Springfield sont les mêmes que dans la plupart des armes à répétition ordinaires.*

confectionner les crosses. De tous les arbres, le *noyer* répond le mieux aux desiderata de l'armurerie, et les fabriques américaines, comme nos manufactures de Saint-Etienne, de Tulle et de Châtellerault, l'employaient presque exclusivement jusqu'ici. De leur côté, les Allemands en avaient fait un accaparement formidable avant la guerre. Rien que les hangars de l'usine Mauser, à Oberndorf, abritaient continuellement quelque 100.000 troncs de ces utiles *Juglandées*, afin d'avoir des blocs toujours secs ; on en comptait autant en traitement dans les séchoirs de la célèbre fabrique wurtembergeoise, tandis que 30 ou 40.000 autres étaient prêts à passer entre les mains des ouvriers. Mais, depuis le début des hostilités, vu le grand nombre de fusils et de revolvers brisés, perdus ou détériorés pas les troupes impériales, les stocks de bois de la fabrique wurtembergeoise ont singulièrement diminué s'ils n'ont pas disparu en totalité. Maintenant, elle s'approvisionne sans doute au jour le jour et surtout où elle peut. En définitive, dès 1912, la hausse de prix sur cette espèce d'arbre provoqua des abatages continus, si bien qu'il ne restait plus, au commencement de 1914, que 6.274.500 noyers sur pied, dans toute la France. Depuis lors, les hordes germaniques en détruisirent encore et les milieux compétents s'inquiètent de trouver des bois coloniaux ou étrangers pro-

pres à fabriquer les crosses des fusils destinés à armer les fantassins de la Liberté.

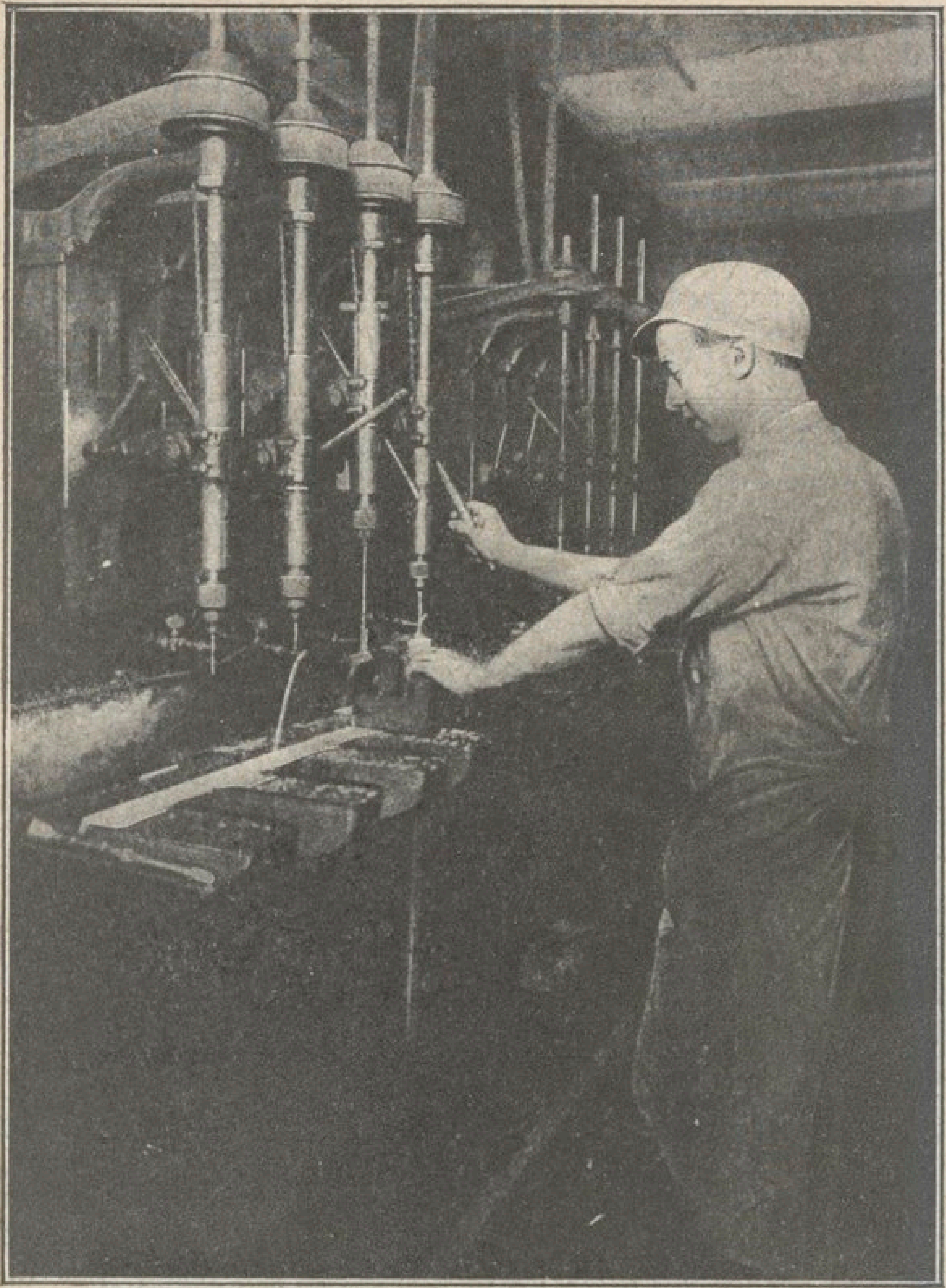
Les Etats-Unis ne manquent pas, d'ailleurs, d'essences susceptibles de remplacer le noyer, non indispensable en l'occurrence, puisque la Russie utilise le bouleau pour les montures de ses fusils et que plusieurs autres nations européennes se servaient du hêtre ou du châtaignier pour le même usage. On songe aussi, de l'autre côté de l'Atlantique, à Genipapo *(Genipa Americana.)*, excellent bois d'ébénisterie qui se travaille facilement à l'outil et dont le tissu extrêmement compact reçoit très bien le vernis.

Ces arbres poussent dans la plupart des régions brésiliennes, mais on rencontre les plus estimés d'entre eux, au point de vue ligneux, dans les Etats d'Amazonas, de Para, de Matto-Grosso, de Bahia, d'Espirito-Santo, de Rio-de-Janeiro, de Minas-Geraes, de

LE CHOIX DES BLOCS DE NOYER QUI SERVENT A FAIRE LES CROSSES

*Pour fabriquer cette partie du fusil, beaucoup plus importante qu'on ne croit généralement, il faut des bois très solides, d'une texture serrée, aussi légers que possible et extrêmement secs.*

mettre à profit la très riche flore brésilienne. Une quarantaine d'espèces d'arbres qui y croissent feraient, aux dires des spécialistes, d'excellentes crosses de fusils. En particulier, plusieurs Eugenias au cœur très dur ; des Jacarandas, Bigoniacées à feuilles opposées et à belles fleurs bleues ou violettes ; des Goyaviers *(Psidium)* qu'on cultive dans les contrées chaudes de l'Amérique à cause de leurs fruits sucrés ; deux ou trois Apuleias, appartenant au genre des Légumineuses-Caesalpinées ; un Mimosa *(Myrocarpus frondosus)* dont l'écorce est résineuse, et le Santa-Catharina et de Parana. Malheureusement, l'exportation de bois pour l'étranger est encore peu développée au Brésil, vu la pénurie des moyens de transport. Des scieries plus ou moins perfectionnées sont installées en pleine forêt, près d'un cours d'eau, et on y débite les troncs qu'on dirige ensuite par voie fluviale ou ferrée jusqu'aux ports maritimes d'embarquement. Mais, dès qu'on connaîtra mieux la valeur de ces arbres, nul doute que les fabricants d'armes d'Europe ou d'Amérique ne les recherchent. Alors, l'exploitation commerciale des riches forêts



CREUSAGE DE LA BOITE DE CULASSE DE L'ARME

*Vissée sur le canon, la boîte de culasse présente, à sa partie supérieure, le logement de la culasse mobile et, à sa partie inférieure, celui du mécanisme à répétition. (Voir la figure de la page 484.)*

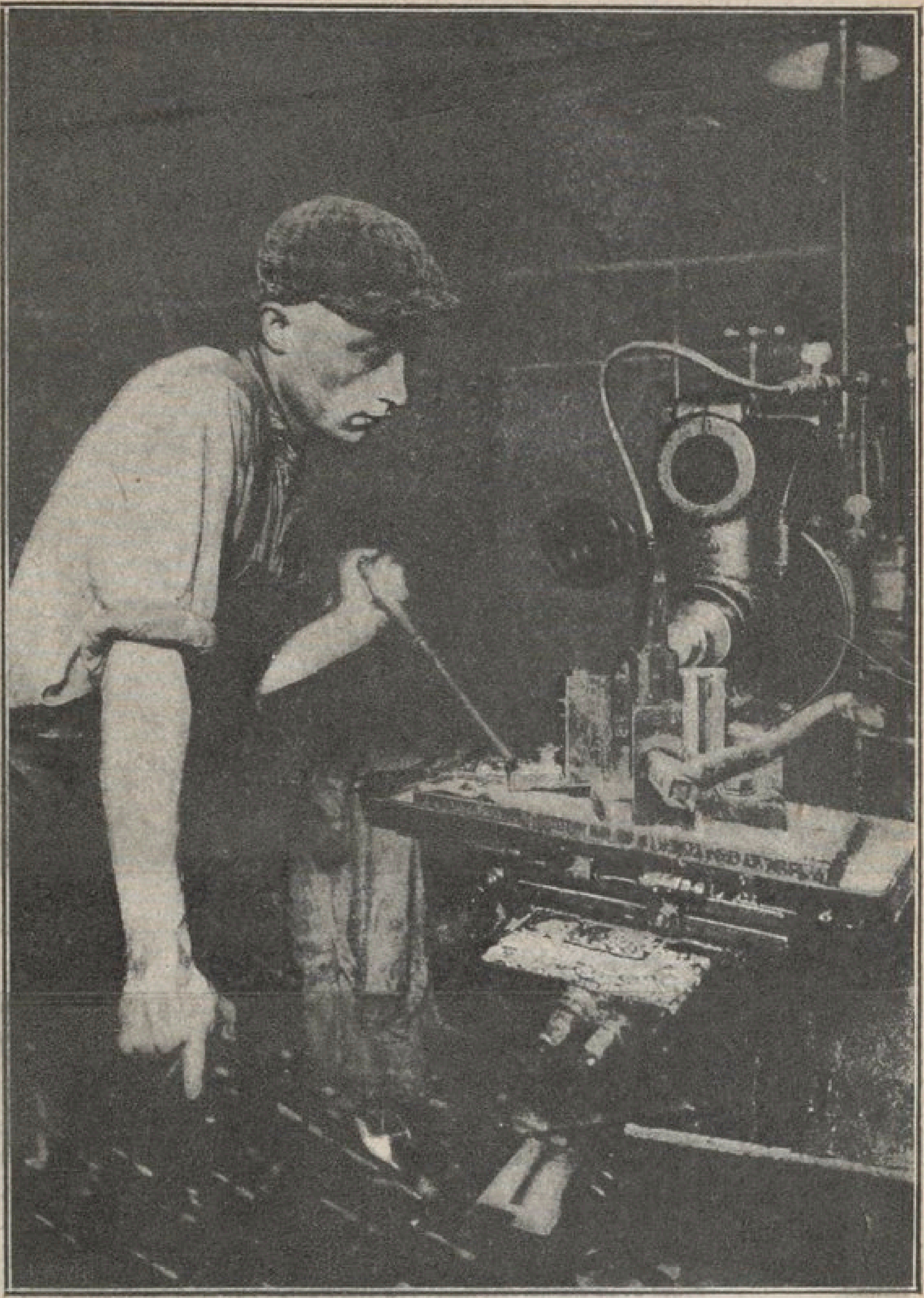
brésiliennes se développera normalement. Les Jacarandas ou les Genipapos arriveront sans peine aux lieux d'utilisation, surtout aux Etats-Unis. Patiemment emmagasinés et séchés, ces blocs exotiques se laisseront scier, dégrossir, fraiser, forer et évider avec autant de facilité que le noyer.

D'autant plus que les armuriers américains sont passés maîtres dans leur profession. On attribue même à Thomas Blanchard, ouvrier d'origine française, employé aux usines de Springfield, dans le comté de Hampden, l'invention du premier tour à fabriquer les fusils, voilà plus d'un demi-siècle ! Depuis lors, l'usinage mécanique s'étendit aux centaines d'opérations nécessaires pour réaliser chacun des springfields qui arment aujourd'hui les troupes des États-Unis.

Commençons d'abord par étudier les innombrables métamorphoses que doit subir le *canon* d'un fusil avant de pouvoir servir. Ce travail est surtout l'œuvre de tours, de machines à fraiser et à forer. Les manufactures des Etats-Unis reçoivent les canons bruts de forge, sous forme de barres pleines d'acier fondu, dégrossies au marteau-pilon et au moyen d'étampes. A l'arrivée de chaque lot à la fabrique d'armes, on soumet quelques unes de ces barres à des épreuves de réception très sévères afin de s'assurer de la qualité du métal. Puis, quand les canons bruts de forge ont subi ces examens avec succès, ils passent à l'atelier de dressage d'où ils sortent bien droits. Ils vont ensuite au *forage*. La pièce, disposée verticalement sur la machine à percer, tourne avec rapidité autour de son axe tandis que le foret descend plus ou moins. Cette opération est des plus délicates. De temps en temps, l'ouvrier vérifie, à l'aide d'instruments spéciaux, si son outil mord convenablement dans le métal et ramène la partie non encore forée dans la direction voulue lorsqu'elle s'est, par hasard, infléchie. Peu à peu, des *alésages* successifs viennent augmenter le diamètre du trou percé, de façon à lui donner la forme d'un cylindre parfait et l'amènent, à très peu près, au diamètre indiqué. Pour ce travail, on imprime un mouvement de translation au canon disposé horizontalement sur les bancs d'alésage, tandis que l'outil tourne avec une vertigineuse rapidité. Dans les premières passes, on emploie une mèche à entaille qu'on remplace ensuite par une mèche blanche, dont les arêtes vives enlèvent les spires tracées par l'outil précédent et commencent à polir la surface intérieure. L'ensemble des diverses opéra-

tions ci-dessus résumées se nomme, en termes techniques, l'*usinage intérieur* et exige trois quarts d'heure, pour chaque canon de fusil, avec des foreuses cependant très perfectionnées, qui marchent à la vitesse de deux mille tours par minute !

On doit également usiner les tubes *extérieurement* pour enlever l'excédent de métal et rendre leur face superficielle concentrique à leur âme. Autrefois, un rabotage le long des génératrices précédait cet usinage extérieur, que suivait l'émoulage. Mais, aujourd'hui, dans les fabriques américaines, des *tours*, travaillant avec une précision mathématique, permettent de donner au canon sa forme extérieure définitive, sans exécuter ces deux opérations préliminaires. Il suffit d'un certain nombre de passes de tournage, entremêlées d'une série de dressages convenables pour obtenir un usinage extérieur très parfait. Au cours de ce travail, l'ouvrier doit, de temps à autre, vérifier à l'aide d'une sorte de compas si le canon du futur fusil possède la même épaisseur aux différents points de son pourtour.



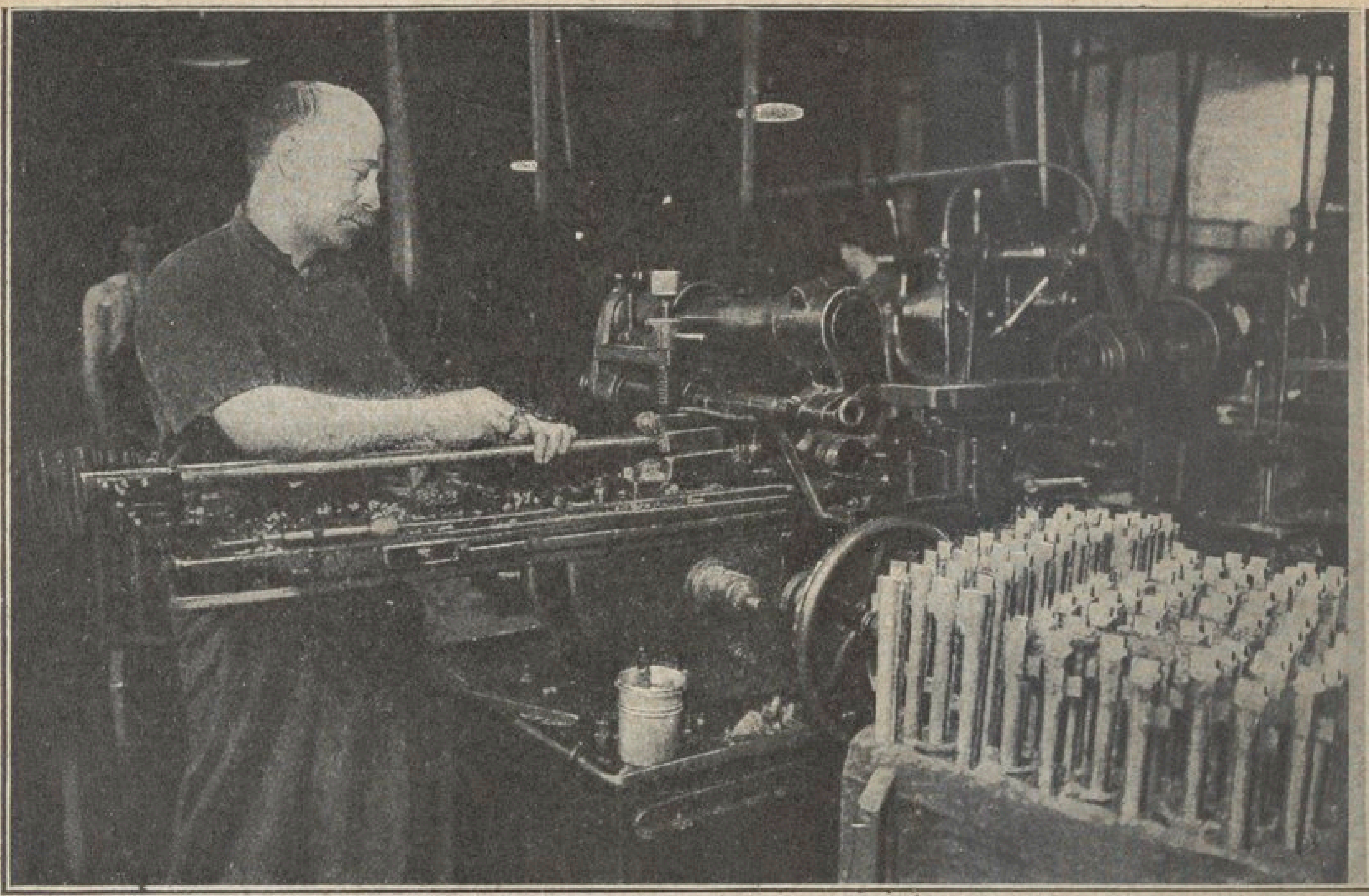
MACHINE A FABRIQUER UNE PIÈCE DE LA CULASSE

*La culasse mobile du fusil américain, comme celles des fusils européens, se compose de différentes pièces qui assurent la fermeture de l'arme, la percussion et l'extraction de la cartouche.*

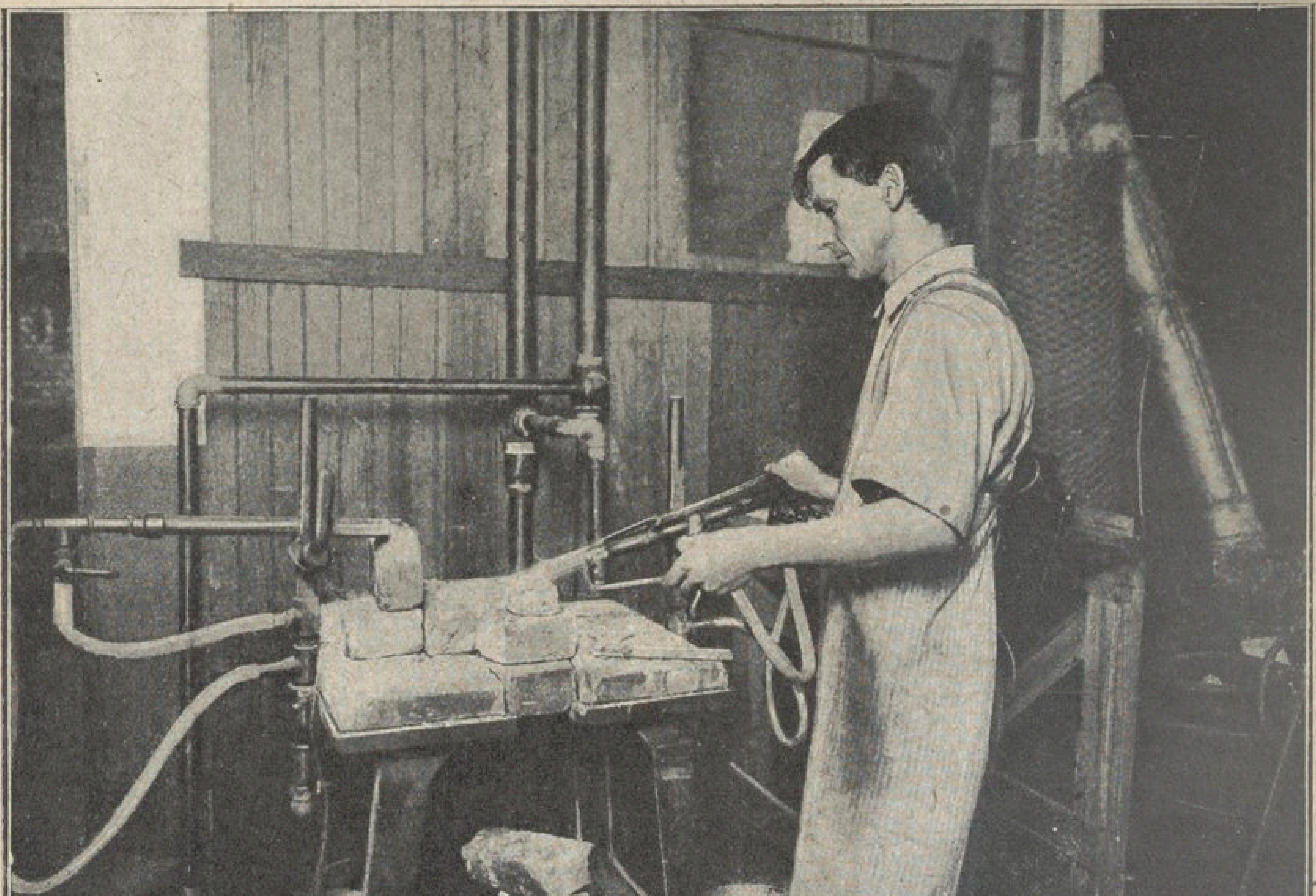
Ensuite, le canon subit le cycle des transformations connues sous le nom de *garnissage*. Certaines d'entre elles sont nécessaires pour l'enculassage ; d'autres ont pour but de creuser la chambre, d'achever la bouche, de munir le canon de ses accessoires : tenons, embases du guidon, pied de la hausse, etc.

Après vient le *polissage* extérieur du canon qui se fait maintenant, aux Etats-Unis, de façon automatique et rapide, grâce à des machines extrêmement ingénieuses, polissant dix tubes à la fois ; chacun de ceux-ci tourne très vite et passe, au cours de son mouvement d'avancement, entre deux mâchoires en bois enduites d'huile et d'émeri.

Quant aux différentes pièces (boîte de culasse, éjecteur automatique, percuteur, chien, magasin, ressort à boudin, etc.) composant le mécanisme de culasse et ses organes annexes, elles exigent aussi un usinage très compliqué. A elle seule, la boîte de culasse demande cent cinquante-deux opérations pour être achevée. Petit à petit, le bloc d'acier qui doit la former prend tournure sous la dent des foreuses et des fraiseuses; travaillé intérieurement et extérieurement, il chemine de machine en machine, passant après chacune de ces étapes sous un contrôle très sévère d'instruments de précision. Il faut encore soixante-dix passes successives sur diverses machines-outils pour le chien ; en revanche, dix-huit suffisent



L'ALÉSAGE DU CANON D'UN FUSIL AMÉRICAIN SPRINGFIELD, MODÈLE 1914



SOUDAGE AU CHALUMEAU D'UNE PIÈCE ACCESSOIRE DE GARNITURE

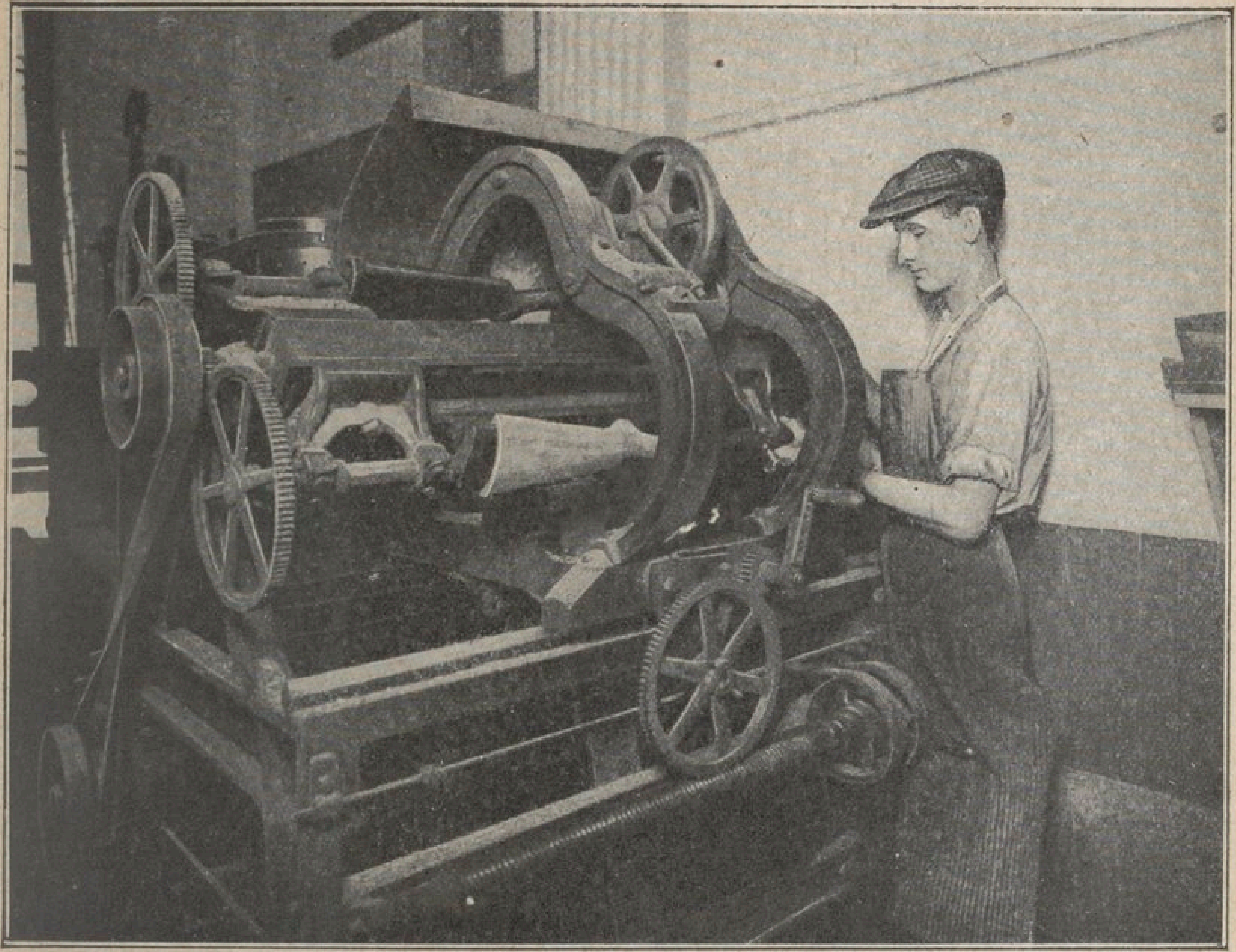
*L'opération représentée ici ne se distingue par rien de particulier des soudures ordinaires.*

pour le percuteur. Les plus petites pièces de la fermeture du magasin réclament elles-mêmes un nombre respectable de façons : vingt-huit pour la pièce de sûreté, dix pour le porte-tenon et son écrou, treize pour l'élévateur et quatorze rien que pour la baguette servant à nettoyer l'arme !

La fabrication de ces mêmes pièces se réalise également aujourd'hui dans les grandes usines d'Amérique, grâce à des machines automatiques spéciales ne réclamant, de la part de l'homme chargé d'en surveiller le fonctionnement, que la mise de la matière première à l'endroit voulu ; après quoi, chaque instrument accomplit sa besogne tout seul d'une façon non seulement rapide mais précise. Notons qu'au cours des opérations d'usinage, les petites pièces détachées subissent aussi des contrôles multiples au moyen de patrons et contre-patrons.

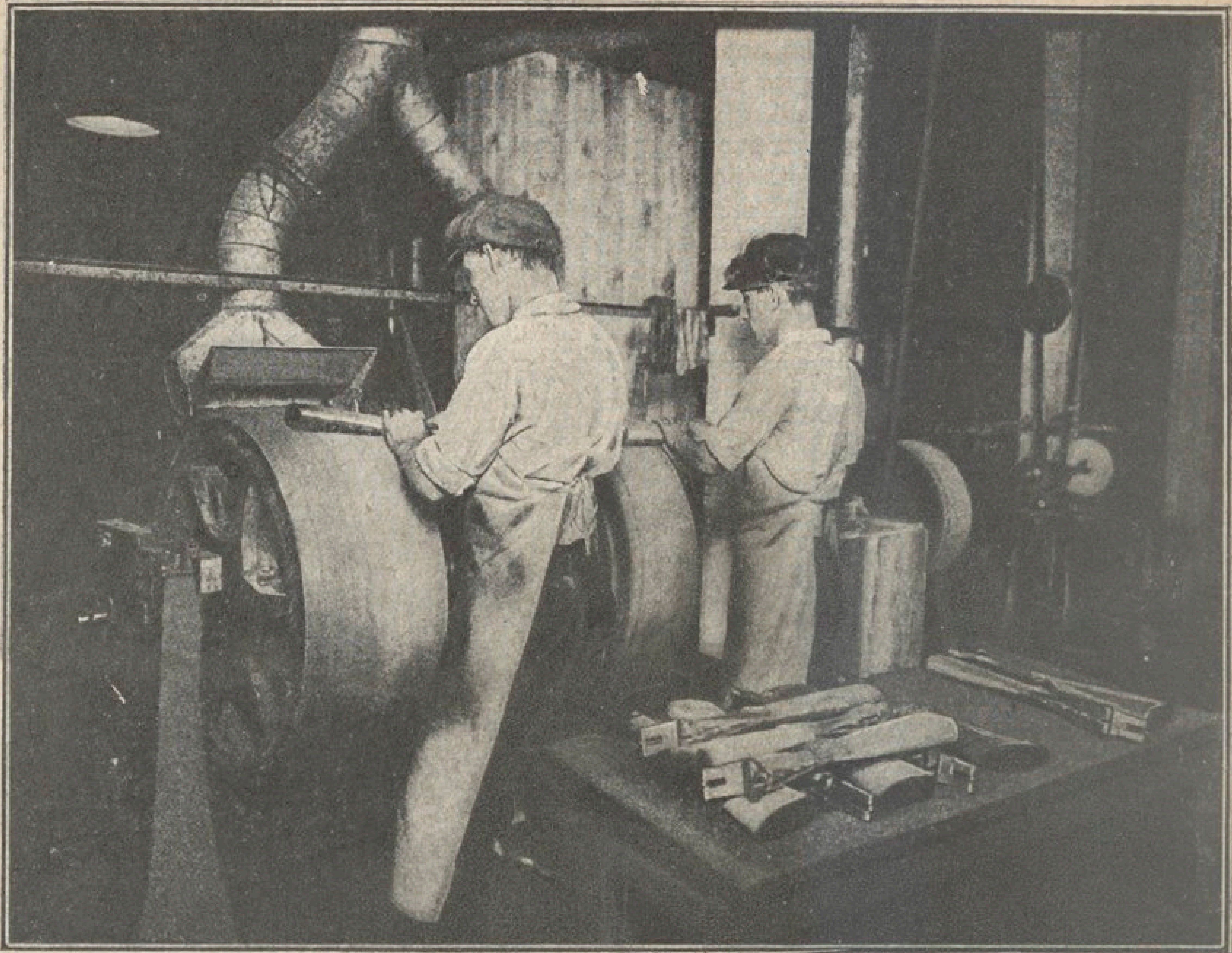
Revenons maintenant au canon que nous avons laissé plus haut terminé extérieurement et à moitié usiné intérieurement. Avant l'achèvement complet, on va le soumettre à l'*épreuve de la poudre* afin de constater sa solidité. Cette vérification s'effectue en vissant sur le bouton une fausse culasse pleine, puis en le chargeant avec de la poudre et un lingot de plomb. On fait alors partir le coup et on rectifie au besoin, par un alésage convenable, les légers défauts que cet essai a pu révéler. Ensuite, après nettoyage, des experts visitent soigneusement les canons, qui vont subir les ultimes opérations du garnissage avant de passer à celles du *finissage*, comprenant entre autres un nouvel alésage, le rayage et plusieurs passes de polissage.

Le *rayage* s'exécute à l'aide de tours spéciaux, sur le banc desquels le canon se place verticalement ou horizontalement dans une position fixe, tandis que l'outil est animé d'un double mouvement de rotation et de translation, de manière à creuser les rayures hélicoïdales de l'âme. Le *polissage de la chambre* se fait, de son côté, au moyen d'une machine-outil porteuse d'une barre cylin-



LES CROSSES SONT OBTENUES AU TOUR EN DE GRANDES QUANTITÉS

*Autrefois, les ouvriers réalisaient les montures de fusils à la main, mais maintenant on les fabrique, en Amérique, avec des machines très perfectionnées qui exécutent la même besogne très rapidement.*



PUIS LES CROSSES SONT PASSÉES MÉCANIQUEMENT A LA TOILE-ÉMERI

*Après de nombreuses opérations consistant en fraisages, perçages, tronçonnages, etc., les crosses sont meulées sur des tambours en fonte garnis de toile-émeri.*

drique en noyer enduite d'huile et d'émeri et qui tourne avec vitesse. Ensuite, le *polissage intérieur* du canon s'opère grâce à des manchons en plomb enduits également d'une pâtée d'émeri et emmanchés à l'extrémité de longues tringles d'acier auxquelles une machine imprime un rapide mouvement de va-et-vient.

Le canon du springfield se trouve alors achevé intérieurement et extérieurement ; il ne reste plus qu'à y ajuster les différentes pièces composant la hausse et le guidon. Autrefois, l'ouvrier les brasait à l'étain, mais, maintenant, on les monte à griffes avec vis, après avoir bien repéré leur position, de façon à ce que l'axe du canon et la ligne de mire ainsi déterminés se correspondent exactement. Quant aux garnitures, nous ne nous y arrêterons pas, car leur réalisation constitue simplement une besogne de serrurerie et n'offre rien de particulier.

Dirigeons-nous à présent vers les ateliers où s'élaborent les *montures*. Accompagnons ces bois (patiemment séchés et emmagasinés depuis longtemps, comme nous l'avons indiqué ci-dessus) et suivons-les dans leurs pérégrinations à travers une de ces formidables usines édifiées récemment en Pensylvanie. Après avoir choisi chaque bloc de noyer ou de jacaranda, on le découpe à la scie à ruban, qui commence à l'ébaucher, puis une cinquantaine de fraiseuses, tours à copier ou à profiler, meules et autres machines à travailler le bois, vont s'en emparer successivement pour le façonner depuis l'ébauche jusqu'aux derniers détails. On fraise tout d'abord la partie supérieure du bloc, puis les surfaces latérales, le milieu et la poignée. De la même façon, s'effectuent ensuite les évidements pour le canon et la boîte de culasse. On procède alors au travail du dégrossissement de la partie avant du bois de fusil. Après l'avoir tronçonné à la longueur, on fraise l'évidement pour le tenon du porte-baïonnette, puis, avec une dégrossisseuse qui fonctionne rapidement, on ménage celui de la boîte de culasse.

A ce moment du travail, on ramène la crosse aux dimensions requises et on para-

chève la partie supérieure du logement de la culasse jusqu'au talon, et sa partie inférieure jusqu'à la vis de culasse. Le fraisage du bec de la plaque de couche, le forage des deux trous de vis, le filetage des vis de plaque, le mortaisage de la fraisure pour le nez précèdent la besogne des *tours à copier* dans l'élaboration de la crosse, qui s'achève par un graissage de la plaque de couche et le vissage de la plaque de crosse — une des rares opérations de la fabrication des fusils américains qui se fait exclusivement à la main.

Vient ensuite le fraisage définitif de la poignée et des évidements pour le bourrelet, la détente et le logement du ressort. Toutefois, entre temps, il faut encore se livrer à de multiples opérations accessoires telles que le taillage en biseau des coins du bourrelet, le fraisage et le mortaisage des évidements pour loger le ressort, le goujon, etc. D'autre part, après avoir fraisé les rainures pour le fût, pour l'adaptation de la baïonnette au canon, et pour la fixation de la bretelle aux battants de grenadière, on doit percer divers trous de vis à l'aide de forets hélicoïdaux, ébiseler à angle droit la tête du coussinet qui est mise en place avec son écrou, etc.

La dernière étape du bois de fusil avant son montage avec le canon est le *meulage* sur des tambours en fonte garnis de toile-émeri. Après ce polissage, suivi d'un huilage et parachèvement de toutes les pièces, goupilles et logements, le fût reçoit le canon, la culasse mobile, puis on procède au vissage et au centrage sur des machines spéciales. On soumet alors l'arme à une revision extrêmement sévère, au moyen de patrons, et à une deuxième épreuve à la poudre pour s'assurer de la solidité de la boîte, ainsi que du parfait fonctionnement de tout le mécanisme.

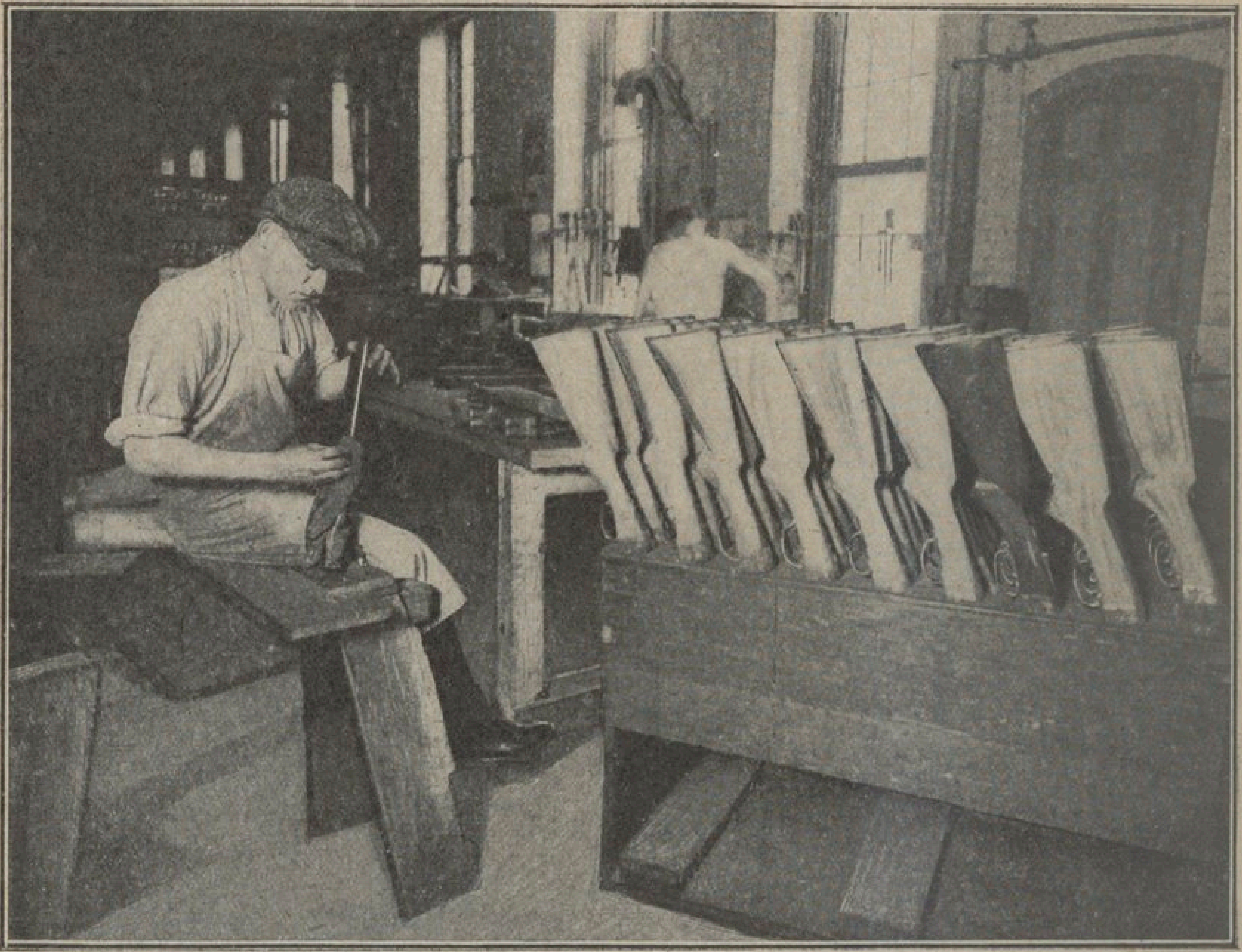
D'ordinaire, ce nouvel essai de résistance se pratique pour les springfields américains avec deux cartouches à charge renforcée, développant une pression de 4.000 atmosphères. Si le canon a subi victorieusement l'examen, on le démonte, on le nettoie et on le dirige vers l'atelier de bronzage. Là, on attaque le métal par une solution acidulée ;

ENFIN, POUR LEUR FINISSAGE, LES CROSSES SONT PASSÉES AU TAMPON

*Après le meulage, elles ont été soigneusement polies, et la dernière opération consiste dans le huilage au tampon, qui leur donne un aspect brillant.*

il se forme une couche de rouille et d'oxyde magnétique. Par simple frottement avec une brosse de fer, on enlève la rouille, tandis que l'oxyde, adhérant fortement, constitue une espèce de vernis à la surface du fusil. Pour les pièces de petites dimensions et les garnitures, on les bronze par un recuit convenable qui modifie seulement leur couleur.

On va maintenant procéder au *montage définitif* des fusils. On visse le canon et la boîte de culasse qu'on assujettit au bois, et après une dernière revision ayant pour but de s'assurer de leur parfait dressement, on les envoie aux stands, où des employés de la manufacture vont encore les essayer avant de les livrer entre les mains des contrôleurs spéciaux de l'armée américaine chargés de leur réception définitive ou de leur refus.



NETTOYAGE ET GRAISSAGE DES FUSILS SPRINGFIELD MODÈLE 1914

*Avant le montage définitif, qui précède les dernières épreuves de vérification et de contrôle, les fusils de « sammies » sont nettoyés et graissés avec soin.*

Parmi les épreuves finales que subissent les springfields avant d'être acceptés par les commissions militaires puis revêtus des cachets réglementaires et emballés pour leur expédition aux arsenaux, distinguons les *expériences de justesse.* Ces tirs s'exécutent dans de vastes halls voisins des ateliers, sous le contrôle des délégués du ministère de la Guerre. Là, des stands ordinairement couverts et éclairés à la lumière électrique, sont accolés les uns aux autres, et simplement séparés par des cloisons vitrées. Les vérificateurs s'assoient, côte à côte, et un mécanisme automatique leur permet d'amener les silhouettes près d'eux, afin qu'ils puissent se rendre compte des effets de leur tir. Avant 1916, on contrôlait sévèrement toutes les armes qui sortaient de chaque manufacture américaine. Mais, depuis l'intensification de leur production par suite de nouvelles commandes des puissances alliées et de l'entrée en guerre des Etats-Unis, on a diminué le nombre des coups tirés par chaque fusil. Néanmoins, les tirs de comparaison effectués suffisent en pratique pour s'assurer de leurs qualités, qui sont bien supérieures à celles du mauser allemand.

Richard Grévyl

# LES CHUTES DE NEIGE ET LEUR MESURE SCIENTIFIQUE

Par Armand RIVALS

Quand la vapeur d'eau se condense dans l'atmosphère, à une température inférieure à 0°, elle se solidifie ; si la condensation s'effectue d'une façon lente et progressive, la glace prend des formes cristallines d'une régularité plus ou moins parfaite qui constitue la *neige* ; au contraire, si la condensation s'opère très vite ou dans une ambiance renfermant des gouttelettes encore liquides à l'état de surfusion, on désigne sous le nom de *grêle* ou de *grésil* les masses glacées, amorphes ou très vaguement cristallisées, qui se produisent alors.

Dans les stations météorologiques, les *chutes de neige* s'évaluent en hauteur d'eau liquide. Il suffit, pour cela, de recueillir la neige dans un récipient, d'en provoquer ensuite la fusion, puis de mesurer la hauteur du liquide résultant, comme on le fait pour la pluie, à l'aide d'un pluviomètre. On note aussi parfois l'épaisseur de la couche de neige, mais cette mesure offre de nombreuses difficultés et n'a de signification que dans les vastes plaines parfaitement unies car, au cas où elle rencontre des obstacles, la neige, déplacée par le vent, se trouve souvent balayée entièrement sur un côté de la dénivellation, tandis qu'elle s'amoncelle à l'opposé. En montagne et dans les terrains accidentés, la couche de neige tombée varie énormément d'un point à un autre et sa mesure, qui présente de réelles difficultés, a moins d'intérêt que dans les pays plats.

D'ailleurs, la connaissance de l'épaisseur

LOCOMOTIVE CHASSE-NEIGE DÉBLAYANT LES VOIES DU « SOUTHERN PACIFIC RAILROAD », DANS LE VOISINAGE DE HOBART MILLS (CALIFORNIE)

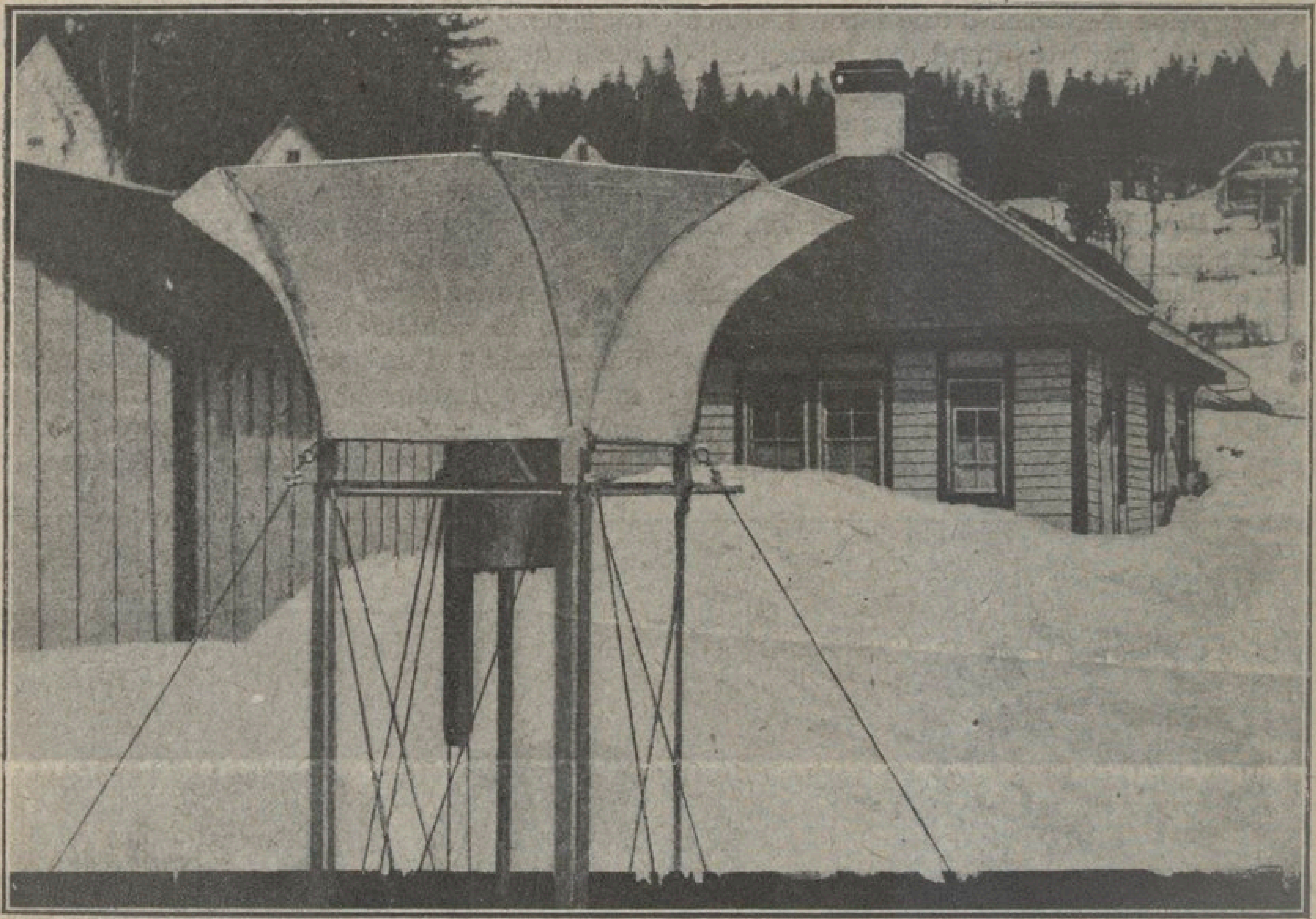
*Les chutes de neige sont tellement abondantes dans ces parages que la puissante machine disparaît presque complètement dans l'épaisseur de la masse blanche.*

de la couche neigeuse ne renseigne pas sur le poids ou sur la quantité d'eau qu'elle représente. Effectivement, la densité brute de la neige, autrement dit le poids de l'unité de volume de neige, telle qu'elle se trouve sur la surface du sol, diffère selon la dimension des flocons, la température, l'âge, la plus ou moins grande épaisseur et autres conditions climatériques importantes.

Cependant, en dépit des difficultés inhérentes à ce genre de recherches, les météorologistes s'attachent depuis quelque temps à mesurer les chutes de neige dans les régions montagneuses, car elles fournissent la plus grande partie de l'eau nécessaire pour l'irrigation des basses terres environnantes. En effet, non seulement les montagnes reçoivent beaucoup plus de neige que les régions peu élevées, mais elles la retiennent aussi bien plus longtemps que ces dernières. En définitive, l'amoncellement neigeux en montagne constitue une réserve liquide extrêmement précieuse et susceptible d'alimenter les réservoirs d'eau qu'édifient les ingénieurs en vue d'irriguer des « dry-lands ».

En particulier, aux Etats-Unis, le département de l'Agriculture a besoin de connaître l'importance annuelle des chutes de neige en tel ou tel endroit élevé, pour dresser un projet d'amendement des terres basses et sèches qui l'avoisinent. Aussi le *Weather Bureau* a-t-il installé, depuis 1910, plus de deux cents stations régulières, pour observer spécialement les chutes de neige dans les régions montagneuses, et il a modifié profondément les instruments de mesure afin de les approprier aux conditions locales.

Comme nous le constations, au début de cet article, la relation entre l'épaisseur d'une couche de neige et l'eau qu'elle renferme varie beaucoup selon les circonstances. On doit donc faire fondre ou peser la neige si on veut en tirer quelques renseignements d'ordre pratique. Ce dernier système étant plus commode, le Weather Bureau l'emploie de préférence au premier, et son directeur, M. le professeur Marvin, a imaginé un *neigeomètre* très simple pour l'appliquer. Cet appareil se compose d'un récipient cylindrique surmonté d'un cornet en coupe-vent que soutient une petite charpente en fer. Quatre cordes métalliques,



« NEIGEOMÈTRE » DU PROFESSEUR MARVIN, INSTALLÉ A BLUE CANYON (CALIFORNIE)

*Cet appareil se compose d'une sorte de cornet en coupe-vent que soutient une petite charpente en fer et d'un récipient cylindrique destiné à recueillir la neige.*

rattachées, d'une part, aux montants, et, de l'autre, à des pieux fichés en terre, assurent la solidité de l'édicule. Le vase collecteur central s'abaisse, s'élève à volonté ou s'enlève pour les pesées, qui s'exécutent à l'aide d'une *balance à ressort*, graduée, pour donner directement les poids de la neige en pouces et centièmes de pouce. Ce type de neigeomètre Marvin sert pour les observations journalières, mais il en existe un autre modèle également en usage dans certaines stations américaines, où les relevés ne se font qu'à de longs intervalles ; par exemple, une fois par saison. Toutefois, cet instrument diffère simplement du précédent par la grandeur du récipient collecteur et par l'addition d'une légère couche d'huile lors de sa mise en service, afin d'empêcher l'évaporation.

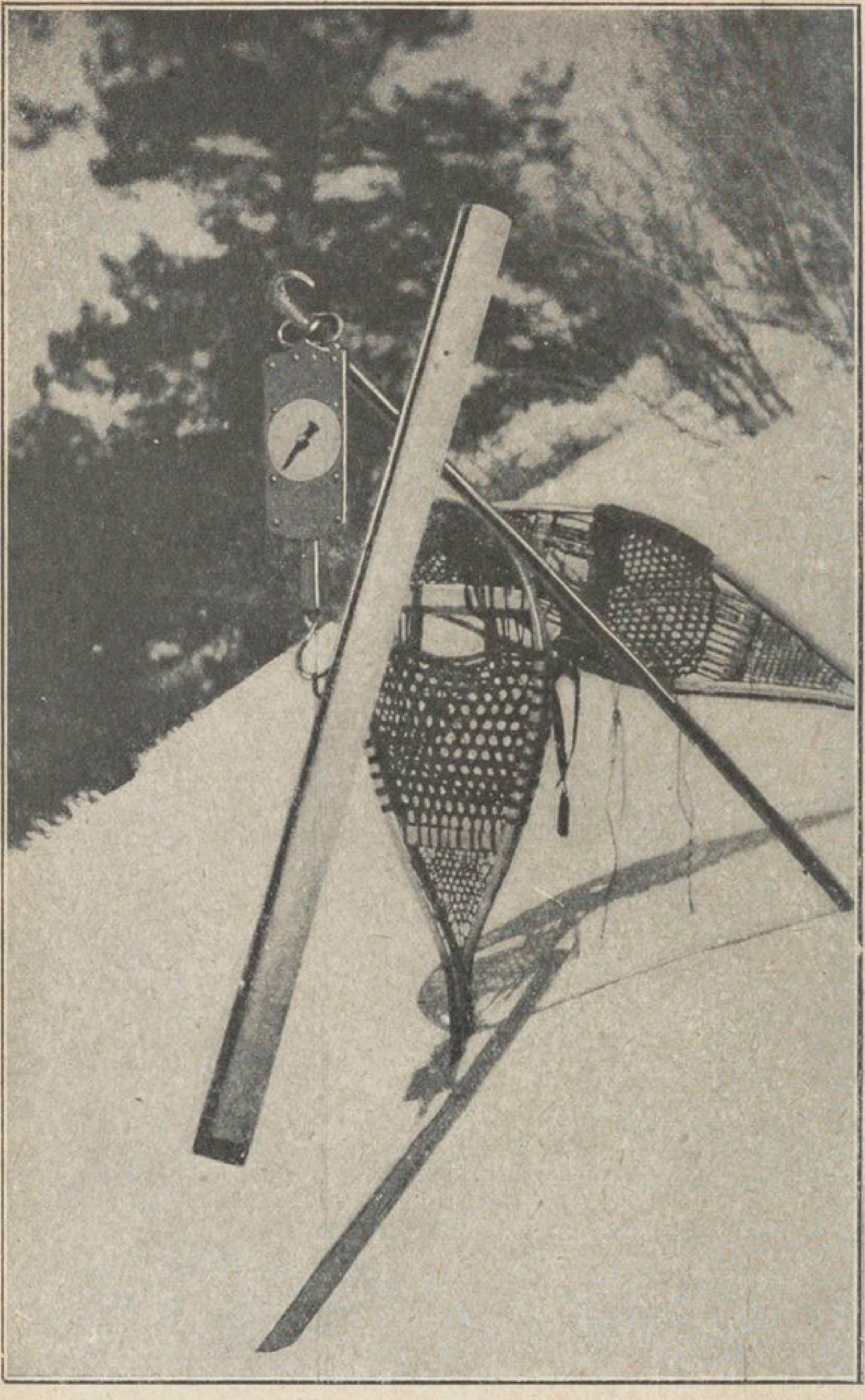
RÉCIPIENT COLLECTEUR DE NEIGE SUSPENDU A UNE BALANCE A RESSORT

*Grâce à un étalonnage préalable, cette balance donne directement aux météorologistes américains, par une simple lecture, le poids de la neige en pouces et en centièmes de pouce.*

Indépendamment des neigeomètres, les météorologistes des Etats-Unis se servent aussi du *pieu à neige*, afin d'évaluer l'épaisseur de la neige tombée en divers points autour d'une station. La plus récente de ces cannes se compose d'un lourd bâton de cyprès de section carrée, peint en blanc, de manière à diminuer le plus possible les effets de la radiation, et portant, sur un de ses côtés, une échelle en fer émaillé, graduée en pouces. Cette graduation est assez grosse pour se lire à distance au moyen d'une jumelle ou d'un télescope, car on installe ces pieux à neige de façon permanente dans des endroits souvent peu accessibles.

Dernièrement, on a fait d'intéressantes tentatives pour préciser, au début de chaque printemps, le montant total d'eau disponible sous forme de neige sur les montagnes voisines de régions que l'on se proposait d'irriguer et qui se trouvaient éloignées de stations météorologiques fixes. Cet original *service de la neige* fut organisé dans la Sierra Nevada par le professeur Church et dans les districts montagneux de l'Utah par MM. Thiessen et Alter, du Weather Bureau. Ces savants, chaussés de raquettes, de skis ou de snow-boots, explorèrent rapidement les bassins qu'on leur avait assignés, emportant avec eux une *tarière à neige* et une petite *balance à ressorts.*

Le premier de ces instruments, dû encore à M. Marvin, est un simple tube de métal de deux à trois quarts de pouce de diamètre et de différentes longueurs, selon les modèles. Le bord extrême de la tarière porte des dentelures, de façon à pouvoir pénétrer facilement à travers la masse cristalline glacée. Pour opérer, on enfonce l'instrument dans la couche neigeuse, puis on l'en retire ; il retient alors une certaine quantité de neige qu'on déverse dans un seau cylindrique de section déterminée. On répète une centaine de fois la même opération, en différents points de la région à explorer, et on pèse le total de la neige recueillie à l'aide de la balance à ressort. Des chiffres enregistrés, il est facile de déduire l'importance des chutes sur toute l'étendue considérée, et, par suite, la quantité d'eau disponible pour l'irrigation des



INSTRUMENTS DES MÉTÉOROLOGISTES AMÉRICAINS

*Au premier plan, vers la gauche, on voit la « tarière à neige »; derrière se trouve le « pieu à neige », auquel sont suspendues les raquettes et la balance à ressort.*

l'instrument, assez lourd, se transporte avec peine dans des régions montagneuses où il tombe parfois 500 pouces (12 m. 70) de neige au cours de la longue saison hivernale.

Ces observations de chutes de neige ont une importance capitale pour les fermiers américains, qui cultivent des terrains ayant besoin d'irrigation. On trouvera plus loin un tableau résumant les chiffres relevés par les principales stations du Weather Bureau pour le nord de la Californie, terre du soleil brûlant, des fruits et des fleurs, mais aussi des rigoureux frimas.

Les moyennes résultent d'observations poursuivies pendant un nombre très variable d'années et dépendant naturellement de la date d'établissement des stations. Mais ces anciens tableaux, tout en fournissant, aux agriculteurs des Etats-Unis, d'utiles indications générales, ne suffisent pas à les renseigner entièrement; pour compléter leur documentation, les météorologistes du Weather Bureau leur donnent, au commencement du mois de mars de chaque année, les hauteurs de neige tombée dans la région montagneuse dont ils dépendent, depuis le début de l'hiver précédent jusqu'à la fin de février. D'après ces chiffres, les

plaines voisines. Ces diverses méthodes présentent incontestablement un vif intérêt.

De son côté, un autre membre du Weather Bureau, M. B.-C. Kadel, a apporté un récent perfectionnement à l'appareil Marvin. A la base de cette nouvelle tarière peut se visser un obturateur métallique qui sert de fond pour retenir la neige. En outre, le diamètre du tube est calculé de manière qu'une livre de neige corresponde à un pouce d'eau, ce qui facilite les opérations. Malheureusement,

intéressés peuvent dresser immédiatement leur plan de campagne d'été, puisqu'ils en déduisent approximativement la quantité d'eau dont ils disposeront pour leurs travaux d'irrigation. Si, par exemple, les chutes de neige furent abondantes, ils planteront des végétaux se plaisant dans les terrains particulièrement humides, alors qu'en cas contraire, ils s'adonneront aux cultures réclamant des sols plus secs.

De même, les stations centrales hydro-

électriques ont grand intérêt à connaître, dès la fin des froids, l'épaisseur des couches de neige tombées sur toute l'étendue de la partie haute du bassin des rivières qui actionnent leurs turbines. En cas d'abondance prévue des eaux, ils limiteront leurs achats de charbon destiné à parer à l'insuffisance de la houille blanche pendant la belle saison et ils donneront le plus d'extension possible à leurs affaires. Au contraire, ils restreindront leurs contrats avec la clientèle et achèteront de la houille au moment voulu, si les neigeomètres ont enregistré des chutes beaucoup au-dessous de la moyenne habituelle.

Toutefois, malgré les perfectionnements apportés aux instruments de mesure, les chiffres obtenus par les météorologistes américains ne donnent que des renseignements approximatifs sur l'épaisseur des lits de neige, les couches profondes étant toujours plus denses que les couches superficielles qui les pressent. Et même, comme l'a démontré un savant sibérien, M. Abels, de Katharinenbourg, la densité des couches superficielles récemment tombées varie parfois du simple au triple. En général, la neige fraîche a une densité moyenne de 0,1, ou, en d'autres termes, une couche de neige fournit une hauteur d'eau dix fois moindre qu'elle. Dans son excellent *Traité élémentaire de météorologie*, M. Alfred Angot indique que la densité de la neige fraîche peut osciller entre 0,03 et 0,14, chiffre que la vieille neige dépasse souvent, la densité de cette dernière atteignant parfois 0,30 par suite de tassements, de dégels et de regels successifs ou pour d'autres raisons diverses.

Si donc l'épaisseur de la couche tombée fournit une idée approximative de la quantité d'eau apportée au sol, elle ne saurait en donner une mesure scientifique exacte, comme nous le constations au début de notre article. D'autant plus que, dans les latitudes moyennes, lorsque le thermomètre marque 0° ou une température légèrement supérieure, il tombe de la « neige pourrie », selon la pittoresque expression des paysans creusois, c'est-à-dire qu'aux flocons neigeux se mêle une certaine quantité d'eau impossible

UN MÉTÉOROLOGISTE DU « WEATHER BUREAU » AU TRAVAIL

*Les raquettes lui servent à se maintenir sur la neige sans y enfoncer. Avec sa tarière, enfoncée dans la neige, il mesure l'épaisseur de cette dernière tombée dans un petit bois.*

à évaluer séparément. Enfin, les vents viennent, à leur tour, compliquer le problème Par exemple, dans les steppes de la Sibérie, les tempêtes hivernales, toujours violentes, transportent à des centaines de kilomètres de grandes masses de neige tombées préalablement dans les contrées avoisinantes.

Quelques mots maintenant sur la *répartition des neiges* à la surface du globe. Comme la neige fond et se change en pluie quand elle rencontre des couches atmosphériques dont la température dépasse 0° de façon notable, on ne l'observe naturellement dans les pays chauds que d'une façon accidentelle. Cependant, elle apparaît même dans les contrées les plus célèbres par la douceur de leurs hivers. Par exemple, à Madère, on constate des chutes de neige aux altitudes de 800 mètres, et dans les parties montagneuses de cette île, qui dépassent 1.100 mètres, une couche neigeuse recouvre souvent le sol pendant plusieurs semaines.

D'ordinaire, l'abondance de la neige suit à peu près les mêmes lois que celles de la pluie et est plus grande dans le voisinage des mers qu'à l'intérieur des continents. Toutefois, en France, il neige moins fréquemment sur les côtes de la Manche et de l'Océan qu'à Paris, quoique la quantité et le nombre des jours de pluie y soient plus grands ; en revanche, on y observe des hivers généralement doux. D'autre part, le nombre moyen des jours de neige augmente encore de Paris au centre de notre pays, mais diminue très vite si on s'approche du bassin méditerranéen. Ainsi le nombre moyen annuel des jours de neige, qui est de 14,5 à Paris, atteint 23,7 à Lyon, mais, en revanche, il ne dépasse pas 3,3 à Marseille et sur la Côte d'Azur.

Dans les autres contrées de l'Europe, l'importance des chutes de neige varie selon leur situation géographique et surtout leur altitude. Alors qu'en Espagne, en Italie, en Grèce et dans les parties les plus méridionales du vieux continent, on les observe rarement, il neige abondamment dans les pays qui formaient jadis l'empire russe ; toutefois, la quantité de neige tombée diminue régulièrement lorsqu'on s'avance de l'ouest à l'est. A ce propos, rectifions une erreur courante : la neige, contrairement à l'opinion vulgaire, est elle-même peu abondante dans certaines parties de la Sibérie ; aux environs de Krasnoïarsk, par exemple, il en tombe souvent trop peu pour la circulation des traîneaux. En Afrique, la neige s'observe rarement sur les côtes algériennes et tunisiennes, sauf sur les hauts plateaux. A Alger, par exemple, on constate seulement, en moyenne, une chute de neige tous les deux ans.

MOYENNE ANNUELLE DES CHUTES DE NEIGE DANS LE NORD DE LA CALIFORNIE

| STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES | ALTITUDES EN PIEDS (1) | HAUT. NEIGE EN POUCES (2) |
|---|---|---|
| Bishop Creek.... | 8,500 | 167,7 |
| Blue Canyon .... | 4,695 | 207,2 |
| Boca ........... | 5,531 | 151,5 |
| Bowmans Dam.. | 5,500 | 272,7 |
| Cisco........... | 5,939 | 370,0 |
| Crockers........ | 4,452 | 113,2 |
| Emigrant Gap... | 5,230 | 282,7 |
| Fordyce Dam.... | 6,500 | 402,4 |
| Greenville ...... | 3,600 | 100,2 |
| Lake Eleanor.... | 4,700 | 158,6 |
| Lake Spaulding.. | 4,600 | 223,5 |
| La Porte........ | 5,000 | 284,3 |
| Quincy......... | 3,400 | 76,6 |
| Summerdale .... | 5,270 | 141,9 |
| Summit ........ | 7,017 | 419,6 |
| Susanville ...... | 4,195 | 78,7 |
| Tamarack ...... | 8,000 | 521,3 |
| Truckee ........ | 5,119 | 195,1 |
| Yosemite ....... | 3,945 | 106,9 |

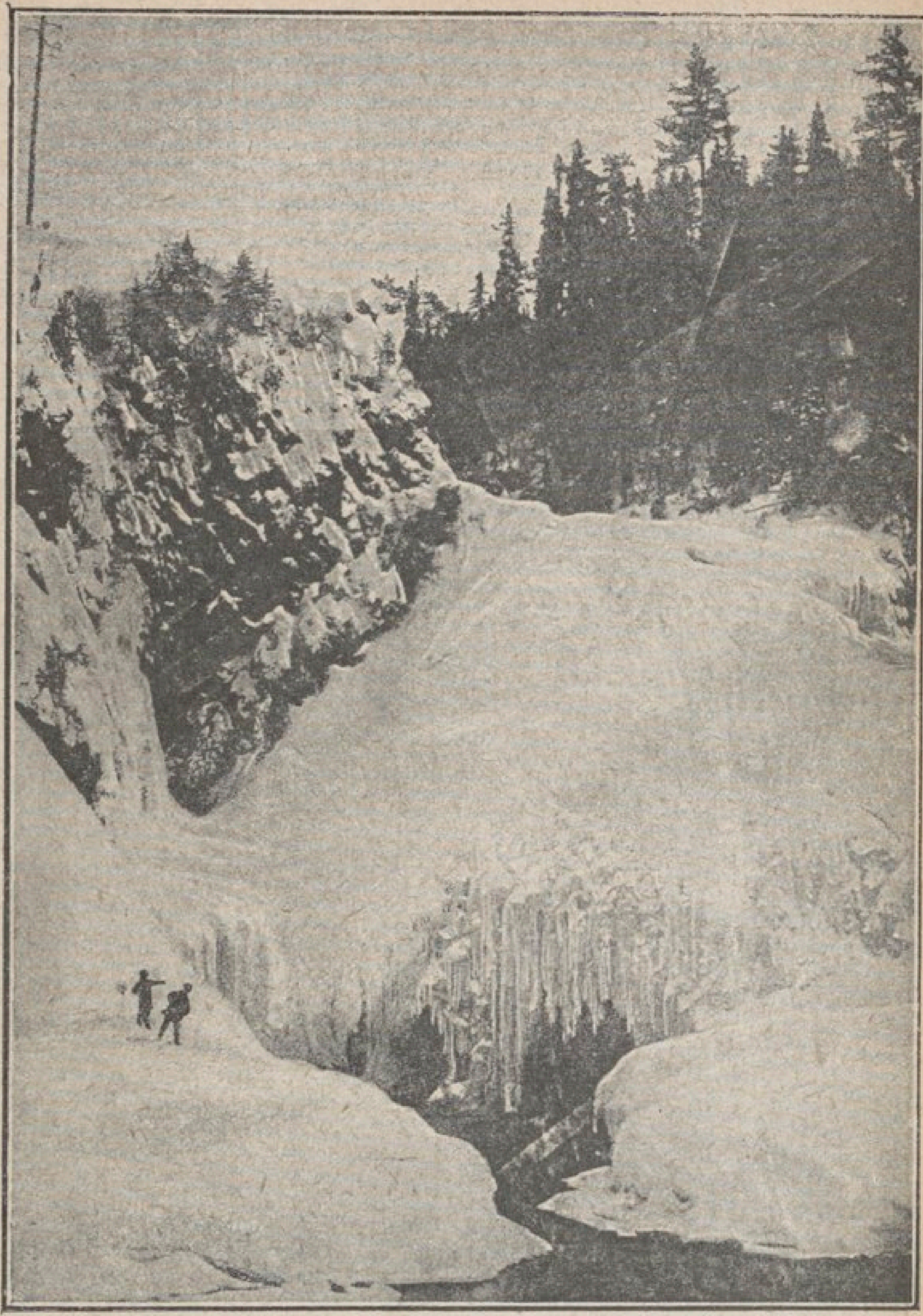
(1) Un *pied* = 0m30479.— (2) Un *pouce* = 0m 0254.

Dans l'Amérique du Nord, en revanche, on enregistre de nombreuses chutes de neige, chaque hiver, depuis le Canada jusqu'au golfe du Mexique. A Terre-Neuve, dans les environs de Québec et dans la Nouvelle-Ecosse, la couche de neige atteint, en une année, une hauteur moyenne de 2 m. 80. Dans la province d'Ontario, plus éloignée de la mer, la hauteur de la couche neigeuse se réduit à 2 m. 3, et au Manitoba, en plein centre du Dominion canadien, elle ne dépasse guère un mètre. Ces neiges sont très persistantes.

Dans l'Amérique méridionale, les chutes de neige s'observent seulement sur la côte chilienne, au delà de 40° de latitude sud et jusque dans les hautes régions du Brésil. Ainsi, à Curitiba (Etat de Parana, 25° latitude sud et 900 mètres d'altitude), la neige se voit assez fréquemment et, pendant certains hivers rigoureux, elle recouvre entièrement le sol d'une couche plus ou moins épaisse ; à Ouro Preto (Etat de Minas Geraes, 20° latitude sud et 1.100 mètres d'altitude), elle ne constitue pas non plus un phénomène naturel exceptionnel.

Enfin, les renseignements recueillis dans

les observatoires météorologiques prouvent qu'il n'existe aucune relation immédiate entre la *limite des neiges persistantes* et la température moyenne annuelle. Alors que dans plusieurs régions tropicales, la neige reste toute l'année à une altitude où la température moyenne annuelle atteint + 1°; dans certaines parties de la Sibérie, où cette moyenne est de — 16°, elle fond complètement en été. La persistance d'une couche neigeuse tient effectivement à plusieurs causes dont la principale est l'importance absolue des chutes en chaque endroit. Supposons, pour fixer nos idées, deux zones de même altitude et de température moyenne identique, la couche persistante de neige descendra plus bas dans celle où s'observeront les chutes les plus abondantes. D'autre part, dans une chaîne de montagnes ayant un versant directement exposé aux vents humides et pluvieux, la limite des neiges persistantes s'abaissera bien davantage sur ce versant que sur l'autre. Ainsi, dans l'Himalaya, la limite des neiges est d'environ 730 mètres plus basse sur le versant méridional et pluvieux des Indes que sur le versant septentrional et sec du Thibet. De même au Caucase, la limite des neiges persistantes se trouve de 300 ou 400 mètres plus élevée sur le versant septentrional que sur l'autre.



LA CAVERNE SAINT-PATRICE, A SAINT-FERÉOL (CANADA), PENDANT LA SAISON D'HIVER

*A l'entrée de cette grotte, aux merveilleuses stalactites glacées, coule la rivière Sainte-Anne, qui grossit démesurément et se transforme en torrent dès que survient la fonte des neiges.*

De son côté, l'exposition influe beaucoup. Si dans l'hémisphère nord, par exemple, sur les deux versants d'une chaîne de montagnes dirigée de l'est à l'ouest, tombait la même quantité de neige, la limite inférieure des neiges perpétuelles s'élèverait bien davantage sur le versant méridional, plus favorisé sous le rapport de la radiation solaire que sur le versant opposé. Du reste, la limite inférieure des neiges varie, au cours de l'année, d'une saison à l'autre et très inégalement, suivant la latitude et le régime pluviométrique. Cependant, à l'équateur, où les oscillations thermométriques sont minimes, la limite des neiges persistantes change peu avec les saisons. Mais, à mesure qu'on s'élève en latitude, la variation va en s'accentuant et atteint son maximum vers les pôles. Ces réserves formulées, nous croyons intéressant de transcrire, d'après le *Manuel de Géographie physique* de Chaix et Rosier, les chiffres suivants, comme limites inférieures des neiges perpétuelles selon les régions :

2.000 à 3.000 mètres dans la chaîne des

Alpes françaises (uu peu moins sur les versants septentrionaux de cette chaîne).

1.200 à 1.500 mètres dans les régions situées les plus au sud de la Norvège.

700 à 1.000 mètres dans les parties méridionales de les plus basses de la Suède.

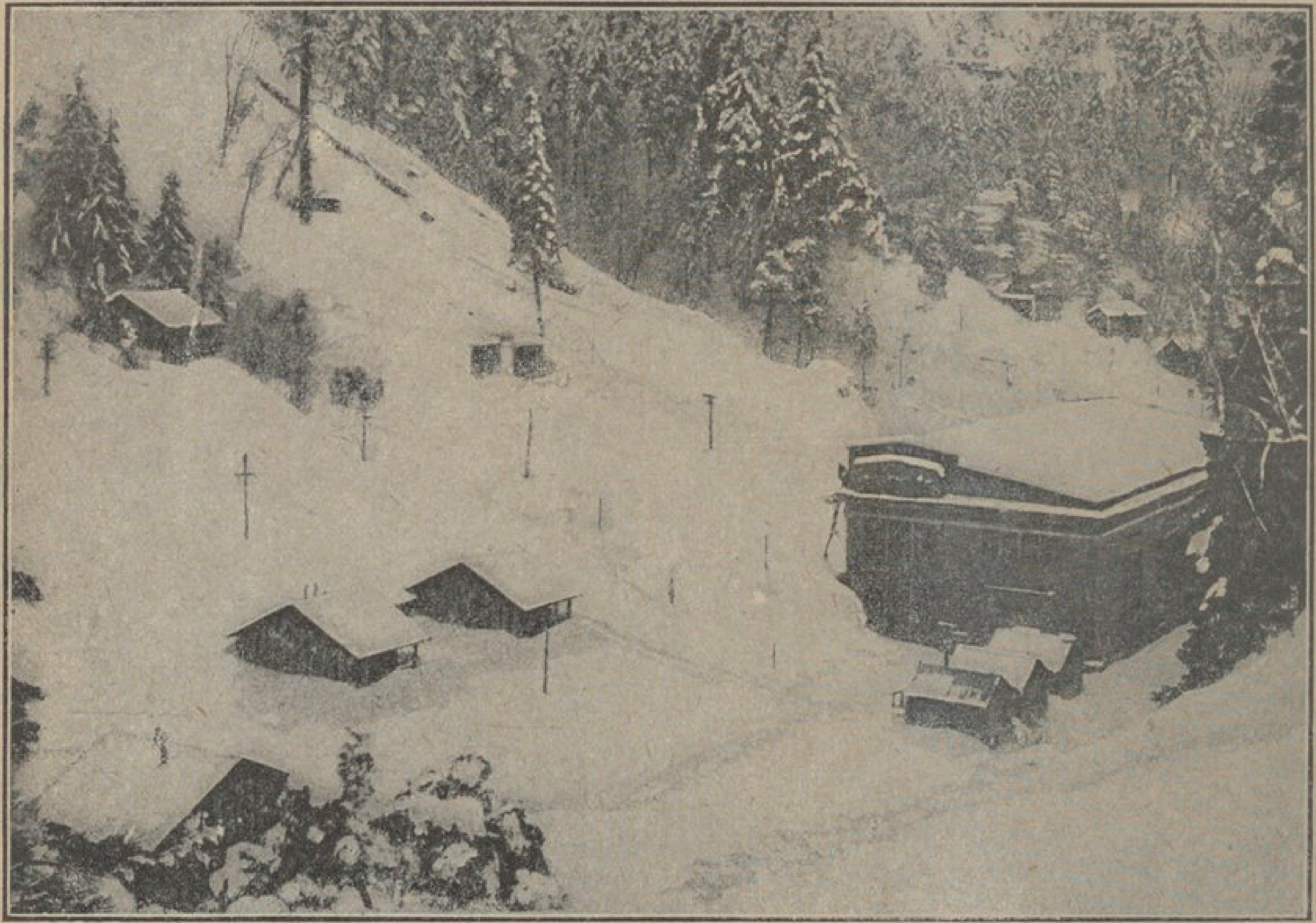
100 à 300 mètres dans l'archipel François-Joseph, à 82° de latitude.

5.000 mètres dans les régions avoisinant l'Equateur et à l'extrême sud de l'Himalaya.

6.000 mètres dans le Thibet central.

chauds et secs pour fixer la limite des neiges persistantes dans certaines contrées.

Les organisations créées aux Etats-Unis pour mesurer la hauteur des chutes de neige et apprécier la quantité d'eau que la fonte sera susceptible de produire dans les diverses régions, constitue l'une des applications les plus intéressantes de la science météorologique. Ne serait-il vraiment pas possible d'établir en France un service analogue à celui qui fonctionne depuis déjà nombre d'années dans la grande république américaine?



LA STATION CENTRALE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE SALT LAKE CITY (UTAH)

*Au printemps, les eaux descendant de la montagne et provenant de la fonte de neiges suffisent amplement à alimenter les turbines de cette importante usine.*

D'ailleurs, tout comme les glaciers, la limite inférieure des neiges subit des variations importantes à longue période et afin de préciser cette limite pour un lieu déterminé, il faudrait posséder une série d'observations échelonnées sur un grand nombre d'années. Malheureusement, les météorologistes ne disposent que bien rarement de tels documents! Enfin, la neige disparaît non seulement par fusion, mais aussi par évaporation. Or, comme cette dernière action est surtout très considérable, on doit également tenir compte de la sécheresse de l'air ainsi que de l'action locale de certains vents

La fin de la guerre n'amènera pas instantanément la cessation de la crise de charbon; celui-ci restera rare et cher au moins pendant un certain nombre de mois après la signature de la paix. On songera, partout où cela sera possible, à développer l'emploi de la « houille blanche », et l'on conçoit que les futurs constructeurs d'usines hydrauliques ne seraient pas fâchés de connaître, même approximativement, la quantité de « liquide-moteur » dont ils pourraient disposer à tel ou tel emplacement, par suite de la fonte des neiges.

ARMAND RIVALS

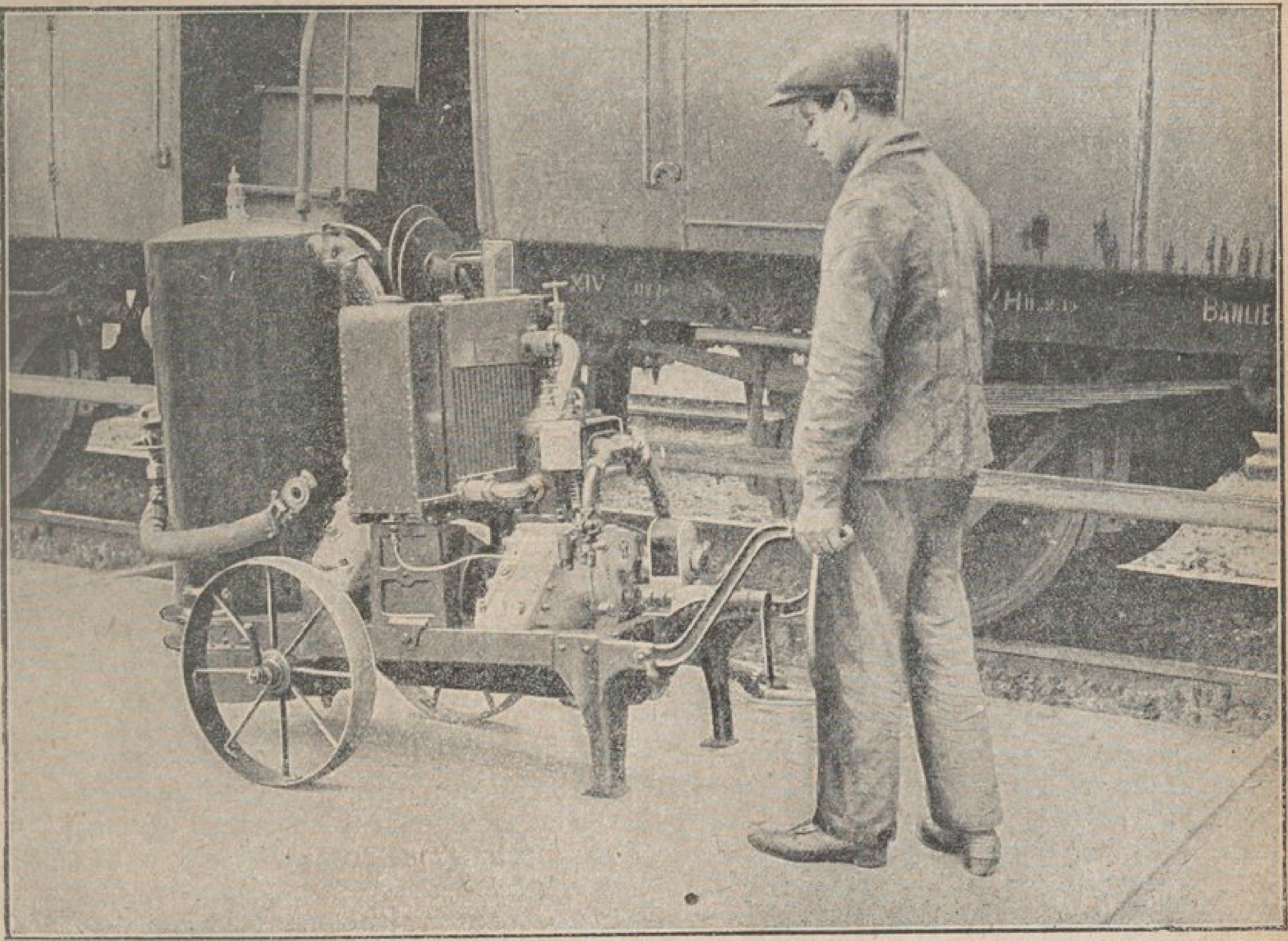
# GROUPE COMPRESSEUR POUR L'ESSAI DES FREINS DE CHEMIN DE FER

**Par Alcide COURTOT**

M. L'INGÉNIEUR CAMPAGNE vient de construire un groupe, constitué par un moteur vertical actionnant un compresseur et qui, placé sur une brouette en fer, permet de faire avec rapidité les essais de freins dans les gares et quelque temps seulement avant le départ des trains. Comme le montre la photographie ci-dessous le moteur vertical, type automobile, se place à l'avant de la brouette. Monocylindrique, d'une puissance de 5 HP, il a les caractéristiques suivantes : alésage 90, course 100, vitesse maximum 1.200 tours. Les volants disposés à l'intérieur du carter forment son socle et la distribution sise à l'avant est complètement enfermée. L'arbre de mise en marche et l'arbre de commande de la magnéto sortent de l'avant du carter, tandis que celui qui transmet le mouvement à l'appareil compresseur débouche de l'arrière.

Le cylindre à circulation d'eau porte en avant les deux soupapes d'aspiration et de refoulement, au-dessus le robinet de décompression et les bouchons de visite des soupapes ainsi que des tubulures reliant le moteur au carburateur et au silencieux.

Le carburateur, du type Longuemare, à deux gicleurs, permet une vitesse de 200 à 1.200 tours par minute ; l'allumage se fait par magnéto Bosch et l'échappement des

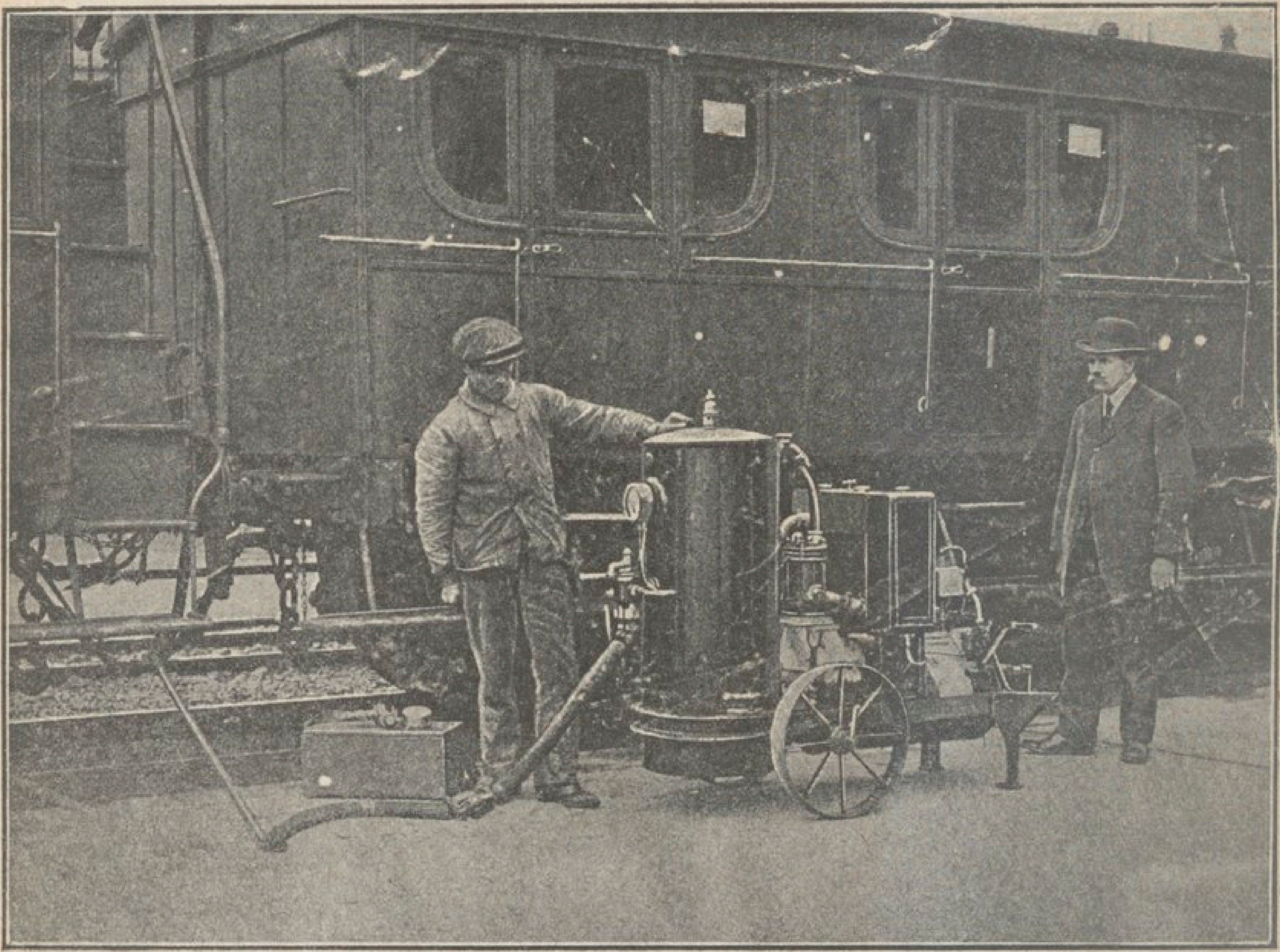


LE GROUPE COMPRESSEUR CAMPAGNE SE TRANSPORTE SUR UNE BROUETTE

*L'ensemble comprend un moteur vertical type automobile de 5 HP qui se place à l'avant de la brouette, et un compresseur marchant à la vitesse de 650 tours. Leur réservoir radiateur est commun et leurs principales pièces mobiles sont interchangeables.*

gaz, dans un silencieux fixé par des colliers sur la brouette. Le refroidissement du cylindre du moteur s'opère au moyen d'une circulation d'eau du type thermo-siphon ; autrement dit, le réservoir d'eau, à tubes verticaux formant radiateur, communique avec la partie haute et la partie basse du cylindre, de manière que, grâce à la différence de densité, l'eau se renouvelle constamment et régulièrement dans la double enveloppe.

est normal ; pour cela, on ouvre les robinets placés en dessous et sur le côté des carters et on fait le plein avec la pompe, jusqu'à ce qu'il coule un léger filet d'huile. D'autre part, on s'assure que le radiateur est plein d'eau et que le réservoir à essence en contient assez pour la durée de la marche à fournir (deux litres et demi par heure). Puis on tourne la manivelle placée à l'avant, au milieu du châssis de la brouette. Le moteur s'emplit



LE GROUPE COMPRESSEUR EN ACTION SUR LE QUAI D'UNE GARE PARISIENNE

*Avec cet appareil, un homme vérifie les freins des voitures d'un convoi en une demi-heure, alors qu'autrefois les mêmes essais exigeaient le double de temps.*

Quant au compresseur, il ressemble comme construction au moteur et marche à la vitesse maximum de 650 tours. Les volants sont intérieurs, et le carter, en aluminium, comporte, en avant, un réducteur par engrenage recevant l'action motrice à l'aide de l'accouplement et, à l'arrière, le coussinet borgne de l'arbre des volants. Le moteur et le compresseur ont leur réservoir radiateur commun et leurs principales pièces mobiles sont rigoureusement interchangeables.

Quand on procède aux essais des freins, on commence par vérifier si le niveau d'huile dans le carter du moteur et du compresseur alors d'un mélange explosif d'air et d'essence auquel l'étincelle de la magnéto met le feu. L'explosion détermine aussitôt la mise en action du piston et, par suite, la rotation de l'axe du moteur et celui du compresseur.

Une fois en marche, l'homme règle le carburateur par sa manette pour atteindre la vitesse désirée, et, pour arrêter, il appuie sur le bouton du couvercle de la magnéto. Avec le groupe Campagne, un homme vérifie les freins des voitures d'un train en une demi-heure, alors qu'autrefois les mêmes essais exigeaient le double de temps.

Alcide Courtot.

# LES CANONS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES ET LES ENGINS A FORCE CENTRIFUGE

Par Joseph BEROWSKY

Le jet des projectiles contre l'ennemi ou contre les ouvrages d'attaque et de défense édifiés par lui s'exécute — en dehors du lancement à la main, qui ne peut se faire que sur un but situé à proximité — au moyen d'engins et de machines qui ont varié aux diverses époques de l'Histoire.

Mais il est un engin fort peu connu, en dehors des spécialistes, qui mérite d'être décrit, autant pour son originalité que pour les services qu'il serait susceptible de rendre. C'est le canon électro-magnétique, qui utilise pour le lancement des projectiles la force vive provenant de l'attraction qu'exerce un solénoïde parcouru par un courant électrique sur un noyau de fer doux pouvant librement coulisser dans son intérieur.

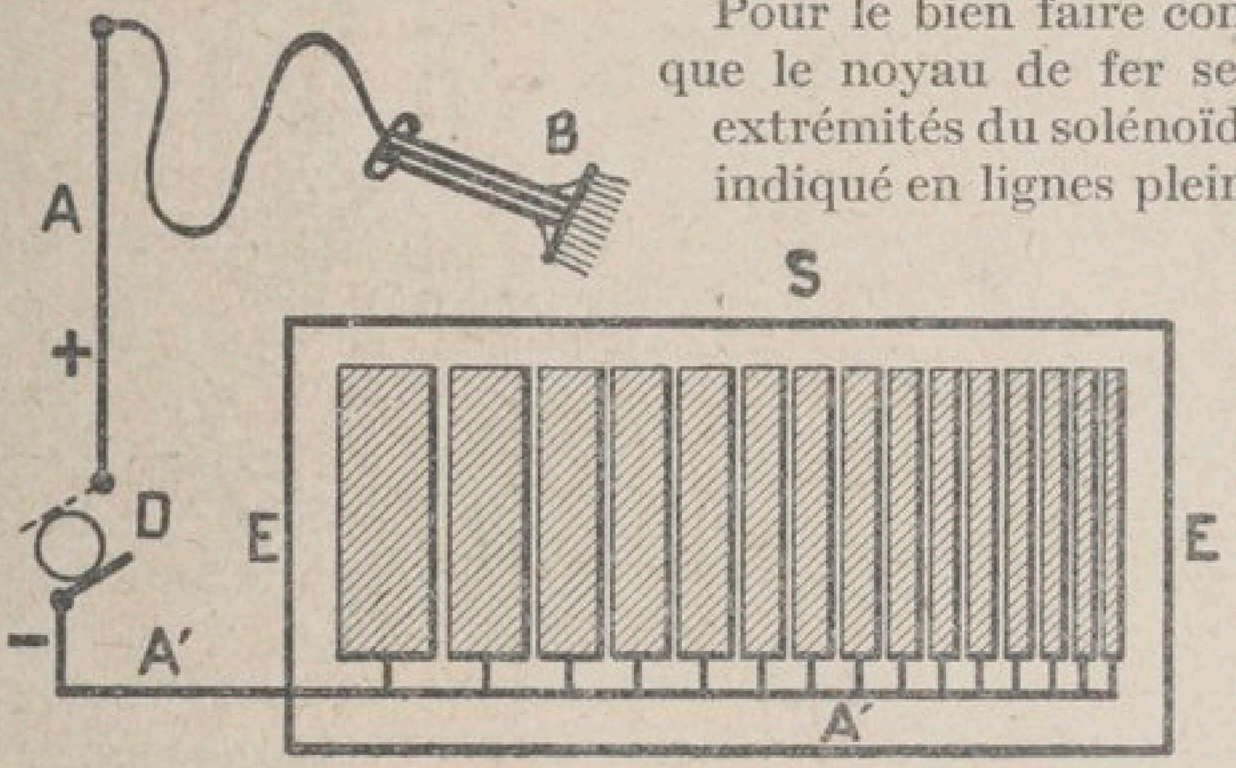



FIGURE SCHÉMATIQUE POUR LA DÉMONSTRATION DU FONCTIONNEMENT DU COMMUTATEUR D'UN CANON ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE « WOLTERECK »

AA', *circuits primaires positif et négatif;* B, *balai de contact;* D, *dynamo;* E, *table en matière isolante;* S, *semelles en métal encastrées dans la matière isolante et d'une largeur progressivement décroissante. — En promenant le balai* B *sur les semelles, de gauche à droite et d'un mouvement uniforme, on comprend aisément que le courant sera fermé pendant des périodes de temps progressivement décroissantes.*

Chacun sait en quoi consiste le solénoïde et quelles sont ses propriétés : une longue hélice formée de spires de petit diamètre par rapport à sa longueur et plus ou moins rapprochées les unes des autres. Quand un courant électrique parcourt ces spires, qui sont généralement formées d'un fil de cuivre, l'armature ou noyau de fer autour duquel elles sont enroulées se déplace si le point milieu de sa ligne axiale ne coïncide pas avec celui du solénoïde, jusqu'à ce que ces deux points se rencontrent ou plutôt se confondent.

Cette attraction du noyau, semblable à celle exercée par un puissant aimant, est utilisée dans un grand nombre d'appareils électriques pour exécuter certains mouvements et faire mouvoir certains organes.

L'électricien Birkeland, dans des patentes anglaises de 1901 et 1902, a proposé de créer un solénoïde-canon, pour lancer des projectiles de fer ou d'acier, mais son projet était irréalisable, faute d'une étude sérieuse.

L'idée a été reprise par un autre Anglais, M. Woltereck, qui a décrit son système dans une patente anglaise et un brevet français.

Pour le bien faire comprendre, supposons que le noyau de fer se trouve à l'une des extrémités du solénoïde, comme on le voit indiqué en lignes pleines sur la fig. p. 504. Dès que le courant passera dans le fil, il sera attiré vers le milieu, et, si ce courant est très puissant, l'attraction sera si énergique, qu'il dépassera plus ou moins ce milieu, en vertu de la vitesse acquise. Mais aussitôt, une force antagoniste, provenant du changement de polarité, se développera, laquelle l'obligera à revenir vers le milieu ; il le dépassera même quelque peu, puis reviendra encore et, finalement, il s'immobilisera exactement à égale distance de l'un et de l'autre bout. Mais si, quand il arrive à ce point milieu du solénoïde, le courant électrique est subitement interrompu, la force antagoniste ne se développera pas; par conséquent, la vitesse acquise, ou force vive, ne sera pas détruite, au moins avant un certain temps, et il continuera sa course en avant jusqu'à une certaine distance, laquelle sera en rapport avec la puissance du courant. S'il dépasse l'extrémité du solénoïde, il sera lancé vigoureusement dans l'espace, et constituera dès lors un véritable projectile.

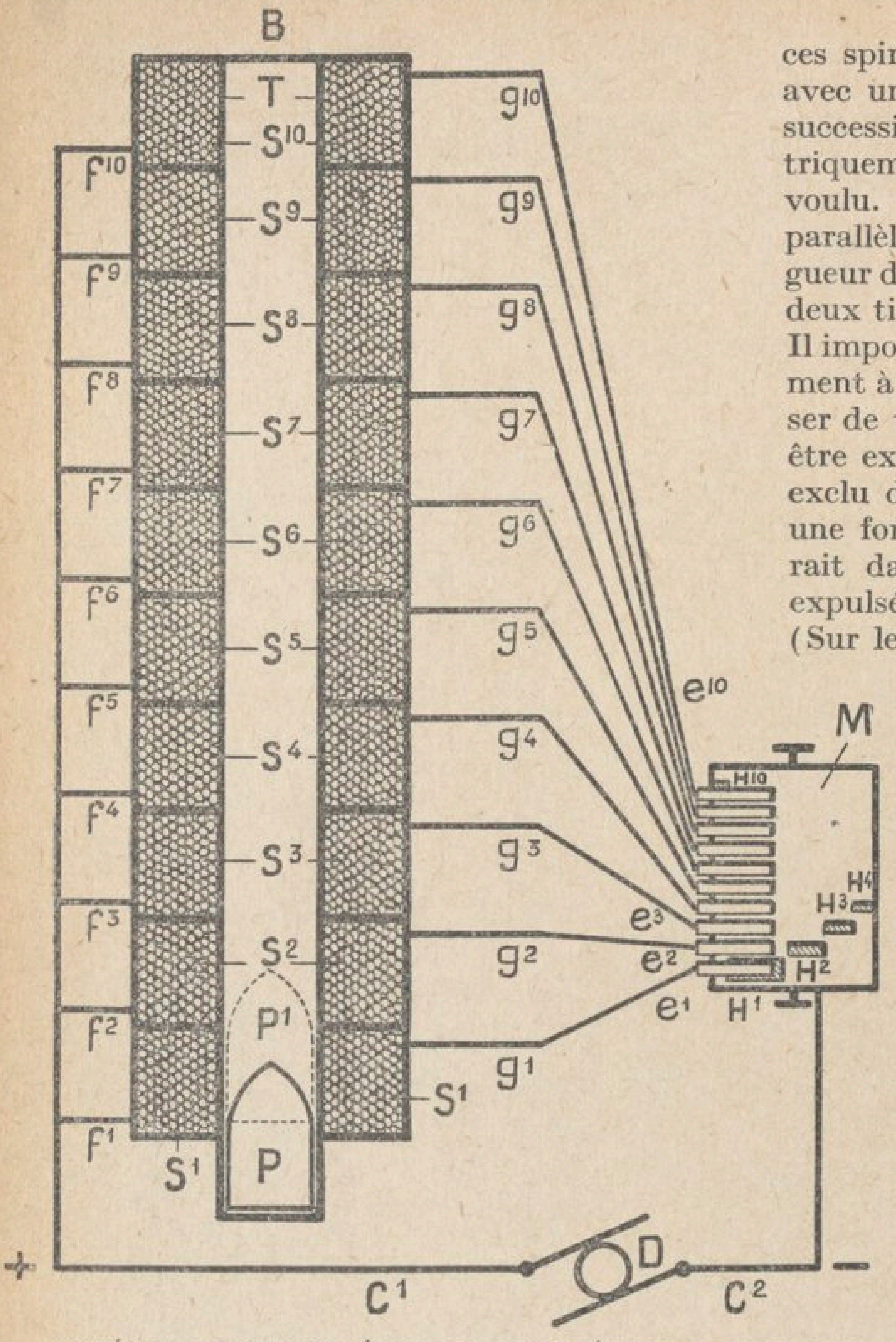



SCHÉMA DU CANON ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE DE M. WOLTERECK ET DE SON COMMUTATEUR

B, *bouche du canon;* $C^1$, *circuit primaire positif;* $C^2$, *circuit primaire négatif;* $e^1$ $e^2$ $e^3$ *à* $e^{10}$, *frotteurs métalliques reliés aux pôles négatifs des solénoïdes par les fils* $g^1$ *à* $g^{10}$; $f^1$ *à* $f^{10}$, *fils reliant le circuit primaire positif aux pôles positifs des solénoïdes;* $H^1$ $H^2$ $H^3$ $H^4$ *à* $H^{10}$, *semelles métalliques de contact, en regard des frotteurs correspondants, de dimensions progressivement décroissantes et encastrées dans la surface isolante du commutateur rotatif* M. *(Les semelles* $H^5$ *à* $H^9$, *étant de l'autre côté du cylindre, ne sont pas visibles sur le dessin).* P, *position initiale du projectile dans la culasse;* $P^1$, *position du projectile après que le premier solénoïde a été excité et que le deuxième est sur le point de l'être;* $S^1$ *à* $S^{10}$, *solénoïdes autour du tube;* T, *tube du canon.*

Mais sa portée ne peut pas ainsi être bien grande. Pour l'augmenter, on forme le solénoïde d'un certain nombre de spires juxtaposées, dont les effets sur le projectile s'ajoutent, et l'on obtient ainsi le canon électro-magnétique de M. Woltereck. En voici la description aussi claire que possible :

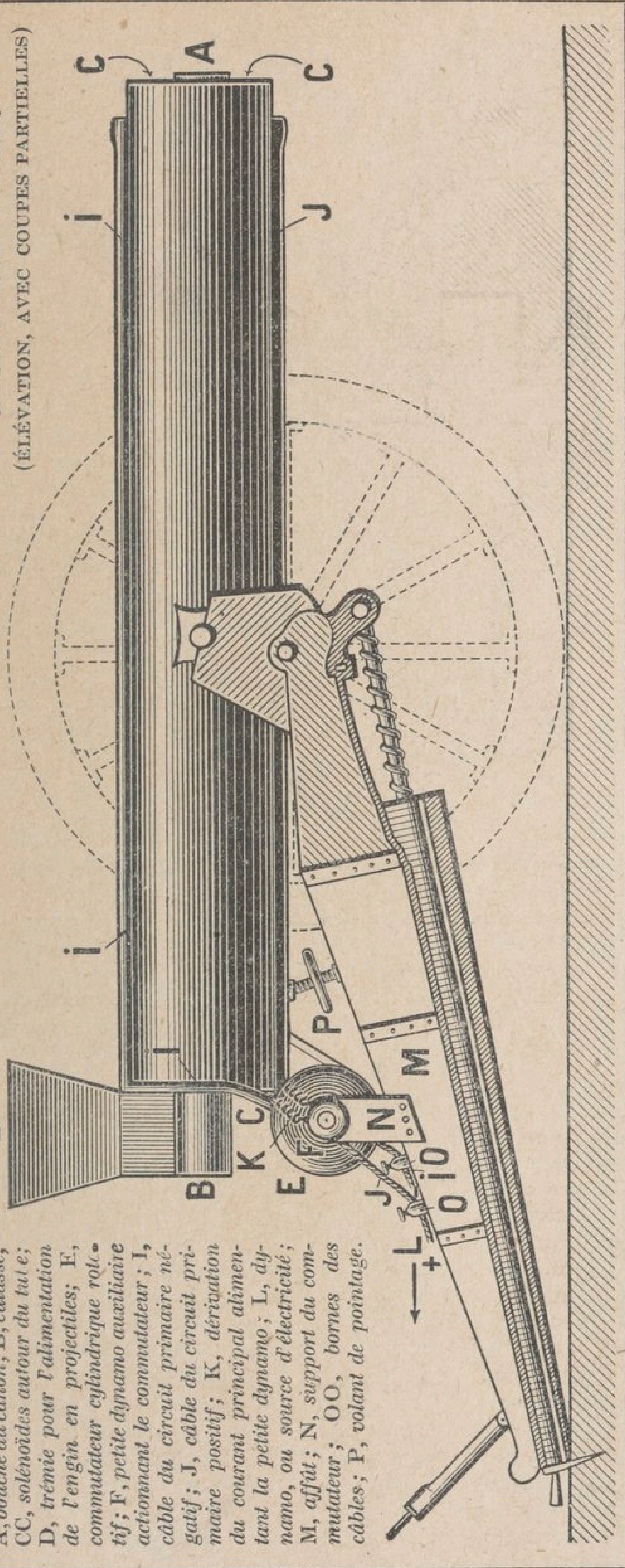
Un projectile introduit dans un tube, sur lequel sont montées un certain nombre de ces spires ou petits solénoïdes, est projeté avec une grande force lorsque ceux-ci sont successivement et rapidement excités électriquement et exclus du circuit en temps voulu. Ils doivent tous être disposés en parallèle, et l'expérience indique que la longueur de chacun d'eux ne doit pas excéder les deux tiers de celle du projectile à employer. Il importe de les mettre en circuit successivement à une vitesse croissante et de les disposer de telle sorte qu'aucun d'eux ne puisse être excité avant que le précédent n'ait été exclu du circuit, sinon il se développerait une force antagoniste, et le projectile resterait dans le tube ou pourrait même être expulsé par l'extrémité antérieure ou culasse. (Sur le dessin que nous publions ci-contre, il y a dix spires, mais, en réalité, on en met un plus grand nombre.)

La vitesse atteinte par le projectile dépend, dans une grande mesure, de la rapidité d'excitation des solénoïdes successifs, depuis l'instant où il commence à se mouvoir, par suite de l'excitation du premier d'entre eux, jusqu'au moment où il sort du tube, après l'exclusion du dernier solénoïde du circuit.

Le projectile (indiqué en traits pleins sur la figure), étant dans la position du tir, à l'extrémité antérieure, ou culasse du canon, arrivera à sa position d'attraction maximum (indiquée en pointillé) quand le premier solénoïde sera exclu du circuit et qu'immédiatement après le deuxième sera excité, empêchant ainsi un changement de polarité.

L'inspection de la figure schématique (page 503) fera comprendre aisément le mécanisme d'excitation.

Les semelles de contact en métal, encastrées dans la matière non conductrice d'une table (pour les isoler électriquement les unes des autres) ont des largeurs progressivement décroissantes correspondant à l'accroissement de rapidité du contact opportun. Si l'on passe un balai, relié par son manche à l'un des conducteurs primaires de la dynamo, (l'autre étant relié aux semelles) et animé d'une vitesse constante, sur lesdites semelles, en commençant par celle correspondant au premier solénoïde (celui de la culasse du canon), la durée des contacts successifs sur chacune d'elles diminuera dans une mesure correspondant à leurs largeurs respectives. Ceci n'est qu'une figure de démonstration.

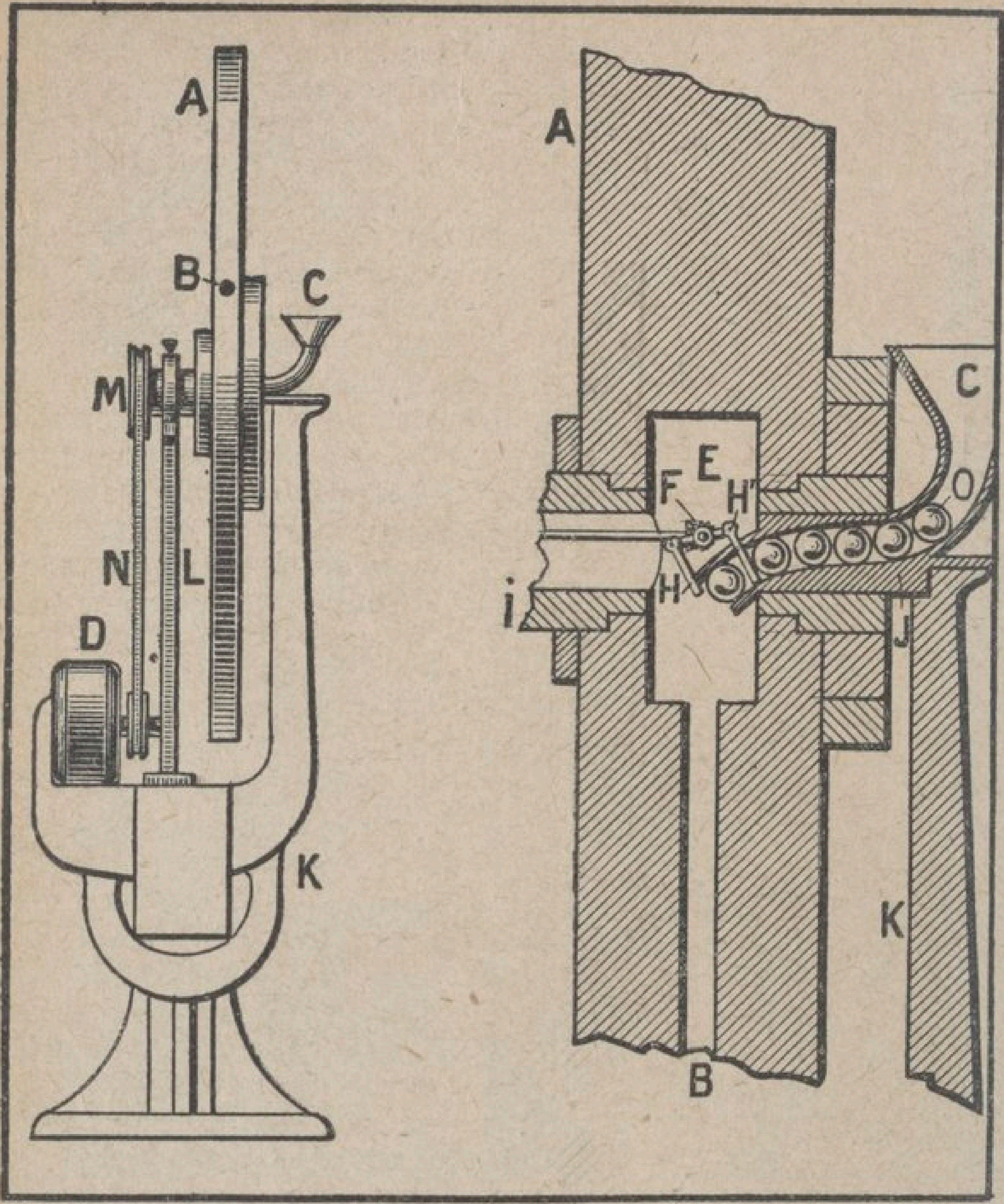



CANON ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE
(ÉLÉVATION, AVEC COUPES PARTIELLES)

A, *bouche du canon;* B, *culasse;* CC, *solénoïdes autour du tube;* D, *trémie pour l'alimentation de l'engin en projectiles;* E, *commutateur cylindrique rotatif;* F, *petite dynamo auxiliaire actionnant le commutateur;* I, *câble du circuit primaire négatif;* J, *câble du circuit primaire positif;* K, *dérivation du courant principal alimentant la petite dynamo;* L, *dynamo, ou source d'électricité;* M, *affût;* N, *support du commutateur;* OO, *bornes des câbles;* P, *volant de pointage.*

Il en sera de même dans le commutateur de l'appareil, qui se compose d'un cylindre en matière isolante qu'une petite dynamo auxiliaire fait constamment tourner avec une vitesse convenable. A sa surface et en regard des frotteurs, dont chacun est relié à l'un des pôles du solénoïde qui lui correspond, sont encastrées des semelles reliées électriquement au conducteur primaire de la dynamo, et dont les dimensions sont progressivement décroissantes, comme dans l'exemple cité plus haut. Elles sont disposées, comme des plots, en hélice, d'une extrémité à l'autre, l'hélice faisant un tour complet du cylindre, et de telle sorte que chacune d'elles se trouve en l'un des points des cercles équidistants où les frotteurs viennent s'appuyer et prendre contact quand le cylindre tourne. Quand un frotteur quitte le plot ou semelle qui lui correspond, le suivant aborde le plot suivant, et ainsi de suite jusqu'au dernier, puis le cycle recommence. Les pôles opposés des solénoïdes sont reliés au conducteur primaire, de même sens qu'eux, de la dynamo ou de la source électrique employée. Il s'ensuit, du fait de la rotation du cylindre, que les circuits dans les solénoïdes montés sur le tube-canon sont ouverts et fermés successivement et avec des durées progressivement décroissantes, chacun d'eux étant exclu du circuit en temps voulu avant que le suivant n'ait été excité.

Quand un projectile, tombant de la trémie d'alimentation, est introduit dans la culasse (laquelle reste constamment ouverte), on ferme un commutateur dans le circuit primaire, lançant ainsi le courant dans le premier solénoïde. Une force électro-




A GAUCHE : VUE EN ÉLÉVATION DE COTÉ DU CANON CENTRIFUGE GOODWIN ; A DROITE : COUPE DE LA CHAMBRE D'ALIMENTATION EN PROJECTILES DU MÊME ENGIN

A, *disque rotatif ;* B, *bouche du canon, foré dans l'épaisseur du disque ;* C, *trémie d'alimentation en projectiles ;* D, *dynamo ;* E, *chambre ;* F, *mécanisme pour l'échappement des projectiles ;* H, *et* H', *clapets s'élevant et s'abaissant alternativement pour amener les projectiles un à un dans la chambre du canon ;* I, *arbre creux transmettant au disque le mouvement rotatif venant du moteur ;* J, *arbre fixe traversé par le canal d'alimentation et sur lequel tourne l'arbre creux* I ; K, *support ou affût fixe ;* L, *support de l'arbre creux* I ; M, *poulie ;* N, *courroie ;* O, *projectiles dans le canal d'alimentation aboutissant à la chambre du canon.*

A ce moment, un mécanisme automatique (non représenté sur le dessin) provoque l'introduction d'un nouveau projectile dans la culasse, et le tir se continue ainsi sans interruption, à des distances forcément réduites.

A côté du canon précédent, et quoiqu'il soit d'une toute autre nature, on peut placer l'engin utilisant la force centrifuge pour le lancement de ses projectiles, et que l'on pourrait nommer le canon-fronde. Son inventeur est M. Francis Goodwin.

L'engin se compose d'un disque monté de manière à pouvoir tourner sur un axe ajustable, placé sur un support ou affût, et qui est actionné par un moteur quelconque à grande vitesse. Dans ce disque est pratiquée radialement une âme de canon dont l'extrémité interne (la culasse), qui occupe son centre, communique avec un magasin où les projectiles sont amenés de l'extérieur par gravité. Leur entrée automatique dans l'âme du canon est commandée par une détente appropriée, ou échappement, qui ne permet le passage que d'un seul à la fois et seulement à chaque tour du disque ou bien lorsque celui-ci a fait deux tours.

magnétique s'y trouve développée, laquelle opère une traction sur le projectile, qui est *tiré en dedans* jusqu'au point d'attraction magnétique maximum ; sa pointe fait alors saillie dans le solénoïde suivant ; et c'est à ce moment que le premier est exclu du circuit et qu'on y fait entrer le deuxième. La vitesse à laquelle le projectile pénétrait dans ce dernier est ainsi accélérée de toute la force électro-magnétique qui s'y trouve développée, et elle s'accélère de plus en plus sous l'action de chaque solénoïde successif jusqu'à ce qu'il sorte par la bouche pour être lancé vivement dans l'espace.

La came, ou butée, pour actionner la détente, le dispositif d'avancement ou de déclenchement, peuvent être ajustables pour faire varier le moment de la sortie du projectile du magasin par le passage le conduisant dans l'âme du canon. Ledit projectile tend sans cesse à s'échapper à travers ce passage et dans le canon sous l'action de la force centrifuge, mais son mouvement est réglé avec précision par le dispositif à échappement et son mécanisme moteur qui ne permettent sa sortie qu'au moment voulu.

C'est en réglant convenablement ce moment que l'on peut ajuster l'âme du canon,

c'est-à-dire le point du cercle de rotation de la périphérie du disque auquel la décharge (ou lancement) se produit, et faire varier ainsi la trajectoire du projectile pour le réglage du tir. Sa portée dépendra de la position de ce point de lancement au moment où il quittera la bouche du canon — comme une pierre quitte la fronde à l'aide de laquelle elle est lancée. Elle dépendra naturellement aussi de la vitesse de rotation du disque, qui fait l'office d'une fronde, et un mécanisme permet de faire varier cette vitesse à volonté. Un tachymètre équilibré sert à indiquer la portée en raison de la vitesse du projectile.

Enfin, une roue, manœuvrée à la main, engrenant sur une vis sans fin, permet au servant de pointer avec exactitude en réglant, comme il est dit plus haut, le point plus ou moins élevé de la bouche du canon au moment du départ du projectile. Un viseur placé sur un manchon ajustable et une échelle graduée indiquent les degrés d'élévation.

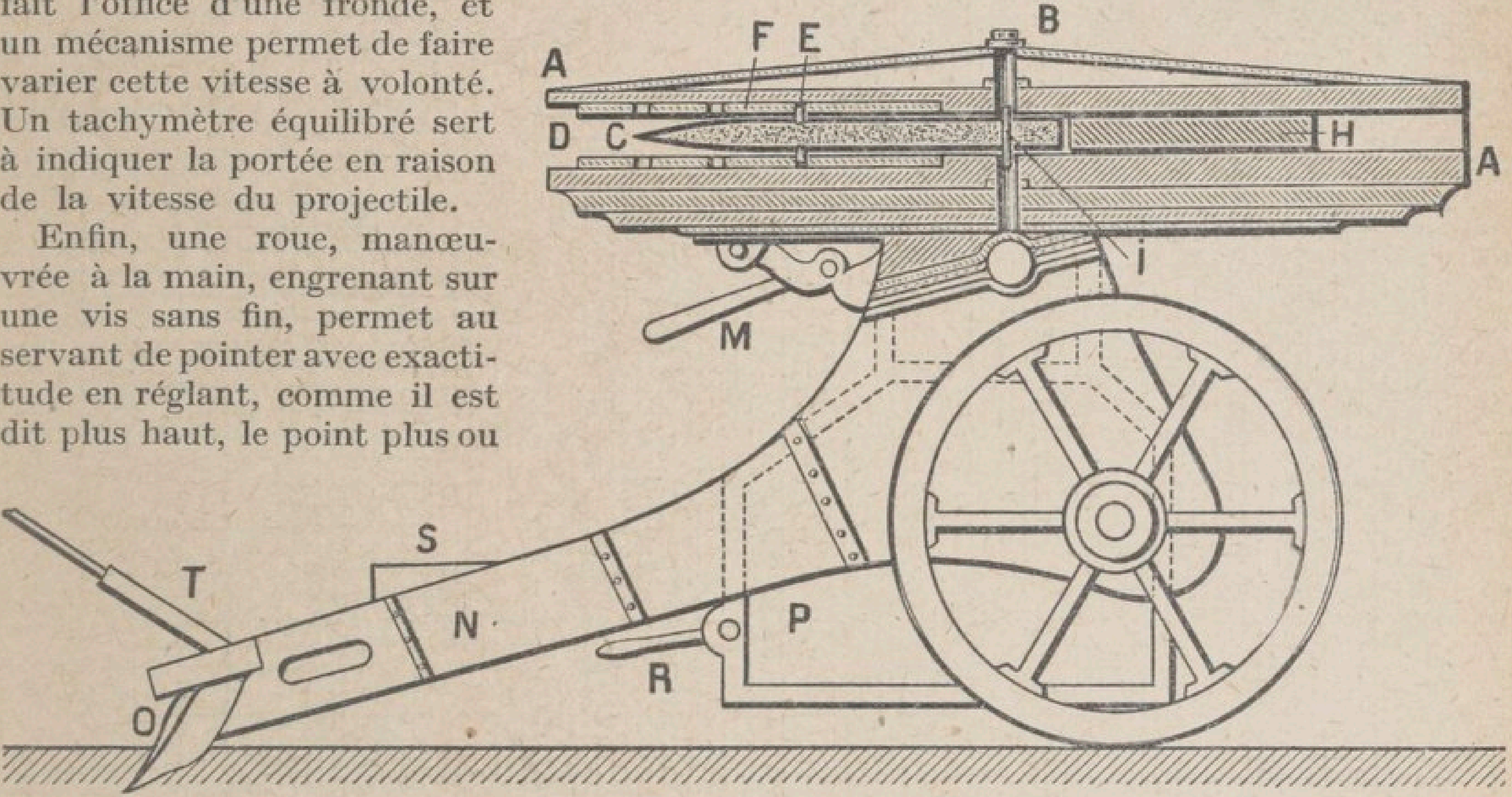
Un autre engin, qui utilise également la force centrifuge, mais dont la construction est toute différente, a été breveté en 1911 par M. Bezobrazoff. Il est caractérisé, dit l'inventeur, par la transformation de l'énergie centrifuge, accumulée par la rotation, en un mouvement de translation pour effectuer un tir pointé et silencieux de projectiles plats, stabilisés gyroscopiquement, emmagasinant une puissante énergie de force vive et ayant une vaste surface d'assise dans l'air, ce qui assure aux masses projetées une chute lente et graduelle et une trajectoire très tendue.

Il se compose d'un disque ou volant creux, pouvant tourner horizontalement sur un pivot par l'effet d'un moteur à grande vitesse, et pourvu, à sa périphérie, d'une ouverture destinée au passage du projectile, quand celui-ci est lancé dans l'espace. Ce projectile, qui a également la forme d'un disque, et qui est placé dans l'intérieur dudit volant, est enclenché normalement avec lui à l'aide d'une goupille. Il peut, de plus, tourner sur un pivot excentrique qui vient se loger dans deux coussinets encastrés, l'un dans la plaque supérieure du volant, l'autre dans la plaque inférieure et constitués chacun par une partie mobile et par une partie rigide ou fixe.

Un mécanisme de déclic sert à produire le déclenchement du disque-projectile d'avec le volant pendant sa rotation, de manière qu'il soit subitement libéré et projeté dans l'espace par l'orifice de décharge du volant, faisant l'office de bouche du canon.

Toutes les masses rotatives de l'appareil sont équilibrées. Quand le disque est lancé, un secteur rotatif placé dans le volant (on peut le voir sur le dessin, à la droite du disque) en tournant sous l'action de l'inertie, rétablit l'équilibre du volant. Mais le tir est nécessairement lent et la portée réduite.

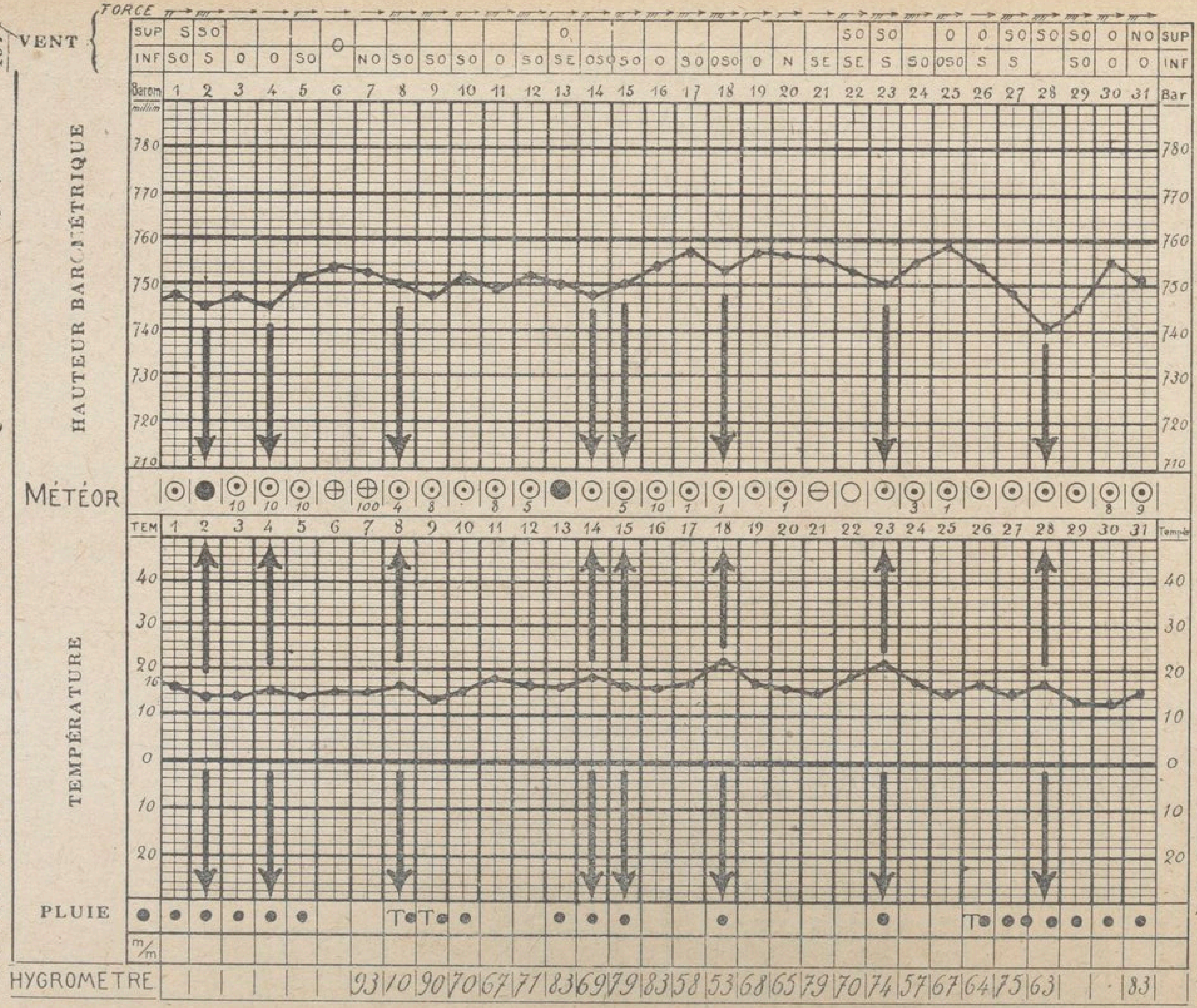
JOSEPH BEROWSKY.




CANON CENTRIFUGE SYSTÈME BEZOBRAZOFF (ÉLÉVATION ET COUPE PARTIELLE)

A, *volant creux ;* B, *arbre creux transmettant au volant le mouvement rotatif qu'il reçoit d'une machine logée dans une caisse portée par l'affût et non visible sur le dessin ;* C, *projectile plat ;* D, *orifice dans le volant pour la sortie du projectile ;* E, *pivot du projectile ;* F, *partie des coussinets desdits pivots pouvant s'effacer au moment du lancement, de façon à libérer le projectile ;* H, *secteur rotatif d'équilibrage qui vient prendre la place du projectile après que celui-ci a été lancé, afin de rétablir l'équilibre dans le volant ;* I, *goupille traversant le projectile qu'elle solidarise avec le volant (au moment du lancement, un ressort, non représenté sur le dessin, fait tomber la goupille dans l'arbre creux* B, *et le projectile se trouve ainsi libéré) ;* M, *manette commandant le mécanisme de lancement ;* N, *affût ;* O, *bêche ;* P, *caisse renfermant le moteur ;* R, *manette pour la commande du moteur ;* S, *siège du servant ;* T, *crosse de l'affût.*

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES MOIS d'Août 1917




**REMARQUES**

1 - Nuageux
2 - pluie
3 - Nuageux brume 1500 m
4 - pluie
5 - Nuageux
6 - brouillard 300 m
7 - brouillard 200 m
8 - beau orage à 15 h. T●
9 - nuageux orage à 16 h.
10 - nuageux averse à 16 h
11 - nuageux vent
12 - nuageux vent
13 - Nuageux orageux à 15 h
14 - nuageux vent
15 - nuageux vent
16 - vent nuageux
17 - Très beau vent
18 - Très beau vent cirrus
19 - beau nuageux cirrus
20 - beau
21 - brumeux beau
22 - très beau orageux à 15 h
23 - couvert chargé orageux
24 - beau nuageux vent fort
25 - beau vent frais O
26 - nuageux beau vent
27 - Nuageux vent frais 20 h
28 - nuageux vent fort
29 - Nuageux vent
30 - pluie nuageux vent
31 - pluie nuageux vent

BEAU ○ | GRÊLE △ | ORAGE
NUAGEUX ⊙ | NEIGE ✳ | T TON, ECL
PLUIE ● | BRUME ⊖, BROUILLARD ⊕ | ORAGE COMPLET

VENT — FAIBLE — FORT — TEMPÊTE

*En pointant chaque matin, à 9 heures, sur ce diagramme, la pression barométrique et la température, on remarque que lorsque les lignes ont tendance à se rapprocher l'une de l'autre, cela est signe de vent, pluie, orage; quand elles s'éloignent, le beau temps est probable.*

# ON PEUT SAVOIR LE MATIN LE TEMPS QU'IL FERA DANS LA JOURNÉE

Par André des GACHONS

Quand on contemple les formes diverses des nuages et leurs physionomies particulières, qui, pour les initiés, présagent le beau ou le mauvais temps, on songe à l'embarras de ceux qui, se trouvant isolés des centres d'observation, n'ont aucun moyen à leur service pour se rendre compte du temps à venir. Tout le monde a cependant besoin de ce précieux renseignement. Le cultivateur, l'automobiliste, l'aviateur, et même le simple particulier projetant une promenade, sont anxieux de savoir exactement le temps qu'il fera.

On considère, à juste titre, la météorologie comme une science, et l'on n'a pas tort. Mais les météorologistes gardent jalousement le secret de leurs théories et la complication des lois à observer ne peut être comprise ni même appliquée que par des initiés, à l'aide d'instruments nombreux et précis. C'est ce qui a suggéré à d'ingénieux observateurs une nouvelle méthode simple de prévision du temps, fondée en partie sur l'aspect et la couleur des nuages.

RECHERCHE DE LA DIRECTION DES VENTS

*1°, des vents inférieurs à l'aide d'une girouette orientée au moyen d'une boussole (compas de marine à rose mobile) ; 2°, des vents supérieurs à l'aide de ballons-sondes ; 3°, recherche de la vitesse du vent inférieur à l'aide de l'anémomètre.*

Supposons que l'on exécute tous les jours, matin et soir, pendant une année, à l'aquarelle, des croquis de ciel et de nuages caractéristiques. Chaque aspect pourra être considéré comme amenant infailliblement un temps déterminé. Ce résultat sera facilement connu de toute personne habituée à ce genre d'observations, même dépourvue de tous autres renseignements météorologiques, car elle n'aura besoin pour cela d'aucun instrument. Le simple bon sens suffit dans ce cas pour analyser les aspects des nuages, et pour en tirer la solution exacte des problèmes de météorologie pratique qui se posent journellement à nous.

L'automobiliste, ou l'aviateur qui prépare une randonnée, examine le ciel, consulte la forme et l'aspect des nuages, la direction du vent de terre et des courants supérieurs ; il peut ainsi prévoir si le temps est propice à ses

projets, et s'il ne doit craindre ni orage, ni ouragan, ni brouillard, ce dernier surtout.

Dans les tranchées, ou en rase campagne, les gradés peuvent ainsi facilement prévoir l'effet des émissions de gaz, savoir à peu près la direction que prendront les nappes asphyxiantes, et faire revêtir les masques en temps voulu aux hommes placés sous leur commandement. Si un orage est proche, ils peuvent en atténuer l'effet en préparant d'avance les boucliers contre la grêle, ou contre la pluie torrentielle qui inonderait les tranchées remplies d'hommes. A part l'orage et le cyclone, les perturbations atmosphériques sont des événements qui font sourire les braves des tranchées, habitués aux cataclysmes de la guerre ; mais le mal que l'on peut éviter n'est jamais une considération négligeable. Il serait trop long d'énumérer es causes et les effets produits par les phénomènes atmosphériques ainsi que les applications pratiques qui pourraient amoindrir les risques et les périls qu'ils entraînent. Nous nous contenterons de donner ici un aperçu du mode de prévision des plus redoutables météores au moyen de l'observation simple et pratique de leurs signes précurseurs.

Les dépressions qui amènent le mauvais

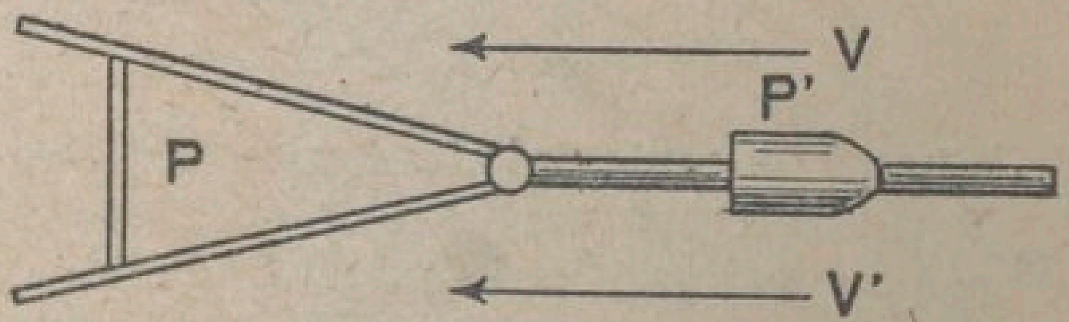
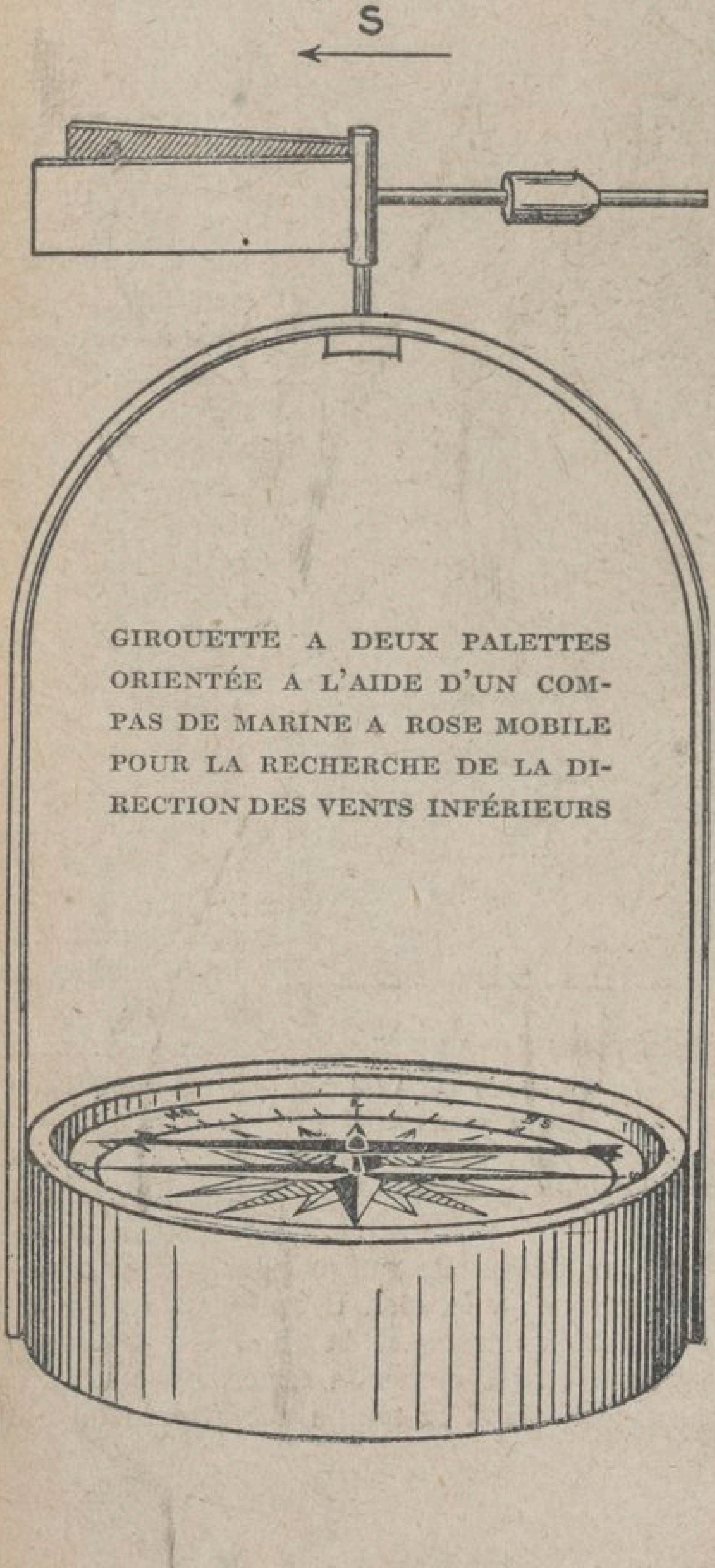



FIGURE SCHÉMATIQUE MONTRANT LES AVANTAGES DE LA GIROUETTE A DEUX PALETTES

*Le vent soufflant avec une force égale en* V *et en* V' *maintient l'appareil dans une position fixe; le contrepoids* P' *équilibrant les deux palettes* P *assure à l'ensemble une remarquable sensibilité.*




GIROUETTE A DEUX PALETTES ORIENTÉE A L'AIDE D'UN COMPAS DE MARINE A ROSE MOBILE POUR LA RECHERCHE DE LA DIRECTION DES VENTS INFÉRIEURS

temps sont précédées de signes visibles dans la couleur du ciel et dans l'aspect des nuages. Ce sont d'abord les *cirrus*, longs nuages en filaments, qui flottent dans les hautes régions de l'atmosphère à neuf et dix mille mètres du sol. Constitués par l'agglomération de fines aiguilles de glace, réparties en nappes étendues, ils effilochent leur chevelure blanche sur le bleu d'azur du ciel. Puis viennent les *cirro-cumulus* du ciel pommelé, caractérisés par leur forme blanche, sans ombre, et que des bandeaux de ciel bleu découpent en forme de losange. Les *alto-cumulus* sont déjà de petits nuages arrondis et ombrés, formés de gouttelettes d'eau. Ils se suivent en files innombrables et couvrent parfois une grande partie du ciel en donnant le ciel moutonné. Peu après l'apparition de ces nuages, le ciel bleu se couvre au-dessus d'eux d'une nuée blanchâtre qui porte le nom de voile de *cirro-stratus*. A l'approche de l'orage, cette nuée devient grise, sous le nom de voile d'*alto-stratus*. A ce moment, les nuages précédents se fondent dans le voile en masses confuses ; ils semblent descendre et se rapprocher de la terre. Alors les nuages des couches inférieures, qui ont débuté par de simples cumulus, à la forme arrondie en dôme et à base horizontale, se dilatent ; ils montent en colonnes ou en tours dont le sommet s'écrase bientôt, en quelque sorte, au contact des couches supérieures, pour donner naissance au *cumulo-nimbus*. L'orage gronde : la pluie et la grêle ne se font pas attendre. La figure page 517 donne une idée de cette transformation. On a représenté ici l'aspect général du ciel à l'approche d'un orage. Le mauvais temps de longue durée peut être prévu à

ON PEUT ENCORE DÉTERMINER LA DIRECTION DES VENTS PAR LA MARCHE DES NUAGES, AU MOYEN DE L'ÉQUERRE OU RAPPORTEUR CÉLESTE

*L'observateur que l'on voit au premier plan de la photographie tient en main une équerre céleste (figure ci-dessous).*

l'aide des mêmes signes précurseurs, qu'un intervalle de ciel bleu sépare des nuages précédant le mauvais temps à venir.

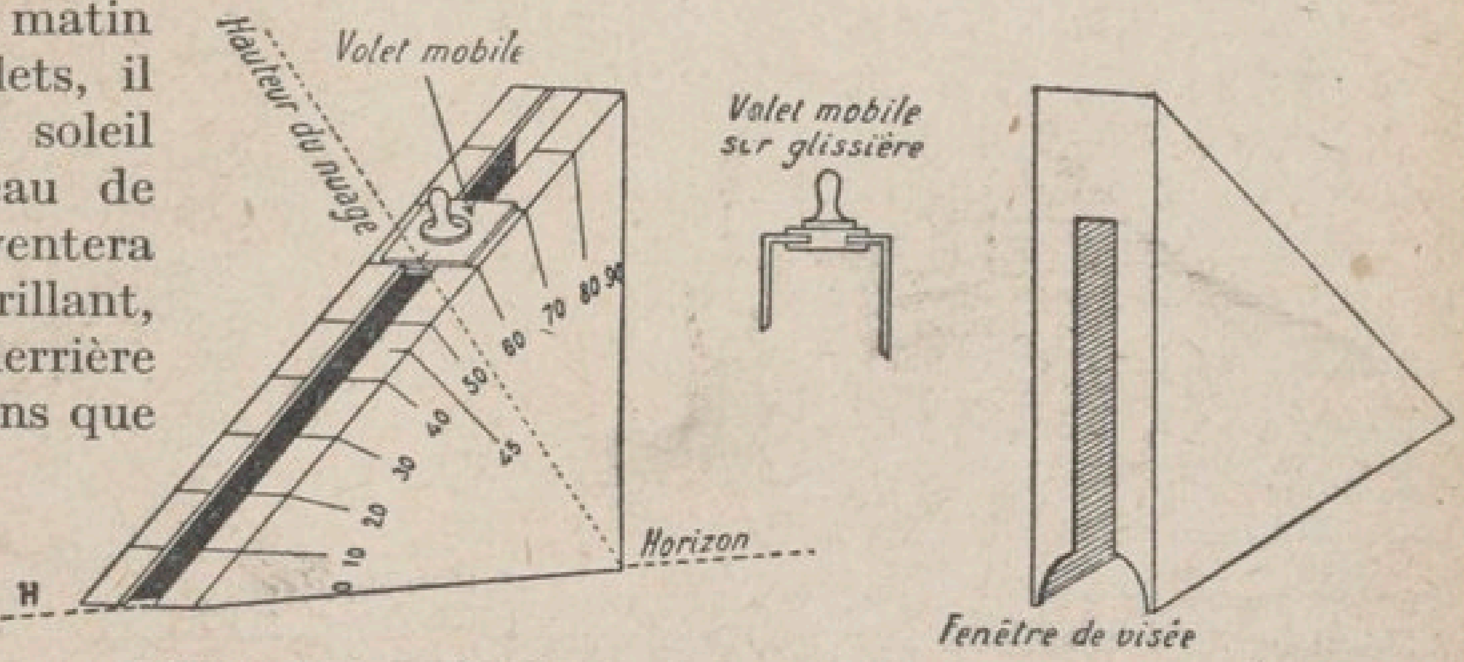
Le ciel indique aussi par sa couleur quel sera le temps des prochains jours. La limpidité de l'air, permettant de voir de très loin les objets d'une façon nette, est un indice de pluie. Le ciel est-il coloré le matin de tons rouges, jaunes, violets, il pleuvra dans la journée. Le soleil se lève-t-il derrière un rideau de nuages, il fera du vent ; il ventera aussi si le ciel est jaune et brillant, le soir. Si le soleil se couche derrière un épais rideau de nuages, sans que son disque réapparaisse à l'horizon terrestre, il fera mauvais temps le lendemain.

Si le lever du soleil est pâle et gris ou légèrement rosé, il fera beau ; la rosée du matin est un signe de beau temps. Il fera beau également si le coucher du soleil donne lieu à des tons rouges très vifs et orangés.

Lorsque l'on observe le ciel, il faut, tout d'abord, s'orienter à l'aide de la boussole, du soleil ou de l'étoile polaire. D'après cette orientation, on établit le pronostic du temps, en partant de ce principe invariable que les vents venant des régions comprises entre le Sud et l'Ouest amènent généralement la pluie en France.

Les nuages rasent pour ainsi dire la surface de la terre, car on sait que l'atmosphère a une épaisseur d'environ 50 kilomètres. La circonférence terrestre a 12.732 kilomètres de diamètre et l'altitude des nuages les plus élevés, qui sont les *cirrus*, ne dépasse pas 10.000 mètres. C'est donc une nappe gazeuse, flottante comme les vagues de la mer, qui nous recouvre lorsque la nébulosité se forme dans l'air. On donne le nom de nébulosité à l'espace du ciel occupé par les nuages. Dans les couches supérieures, à 8.000 mètres, les nuages sont constitués de fines aiguilles de glace, tandis que les nuages d'altitude inférieure sont formés de gouttelettes d'eau dont la grosseur est très variable. Celles qui forment les brouillards ont un cinquantième de millimètre de diamètre, et il en faudrait deux cents millions pour faire le poids d'un gramme. Lorsque le brouillard tombe, la vitesse de chute de ces gouttelettes est de 99 millimètres à la seconde.

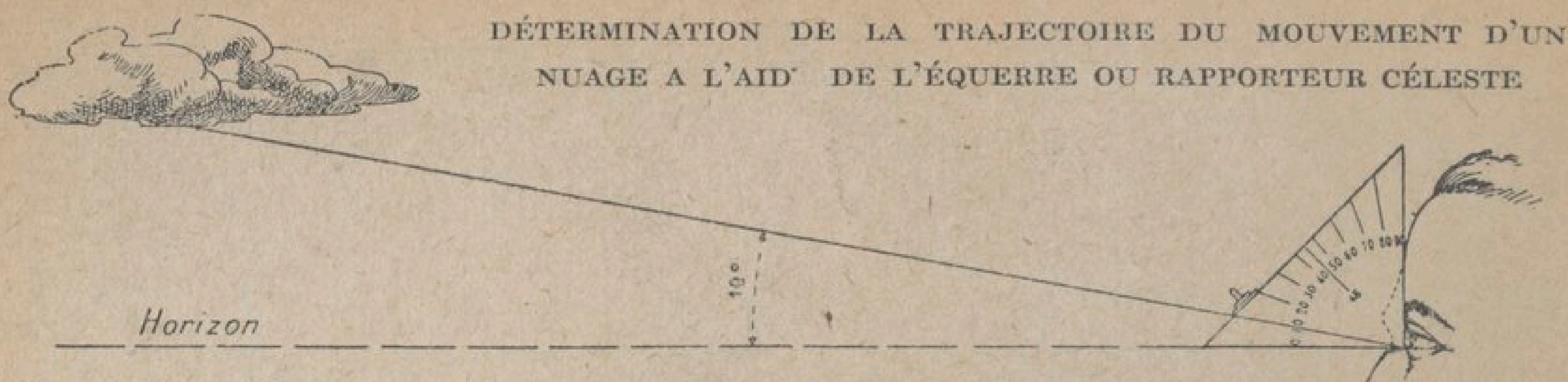
Les gouttelettes formant les nuages sont plus volumineuses en hiver qu'en été. Ce sont aussi elles qui donnent lieu aux halos,



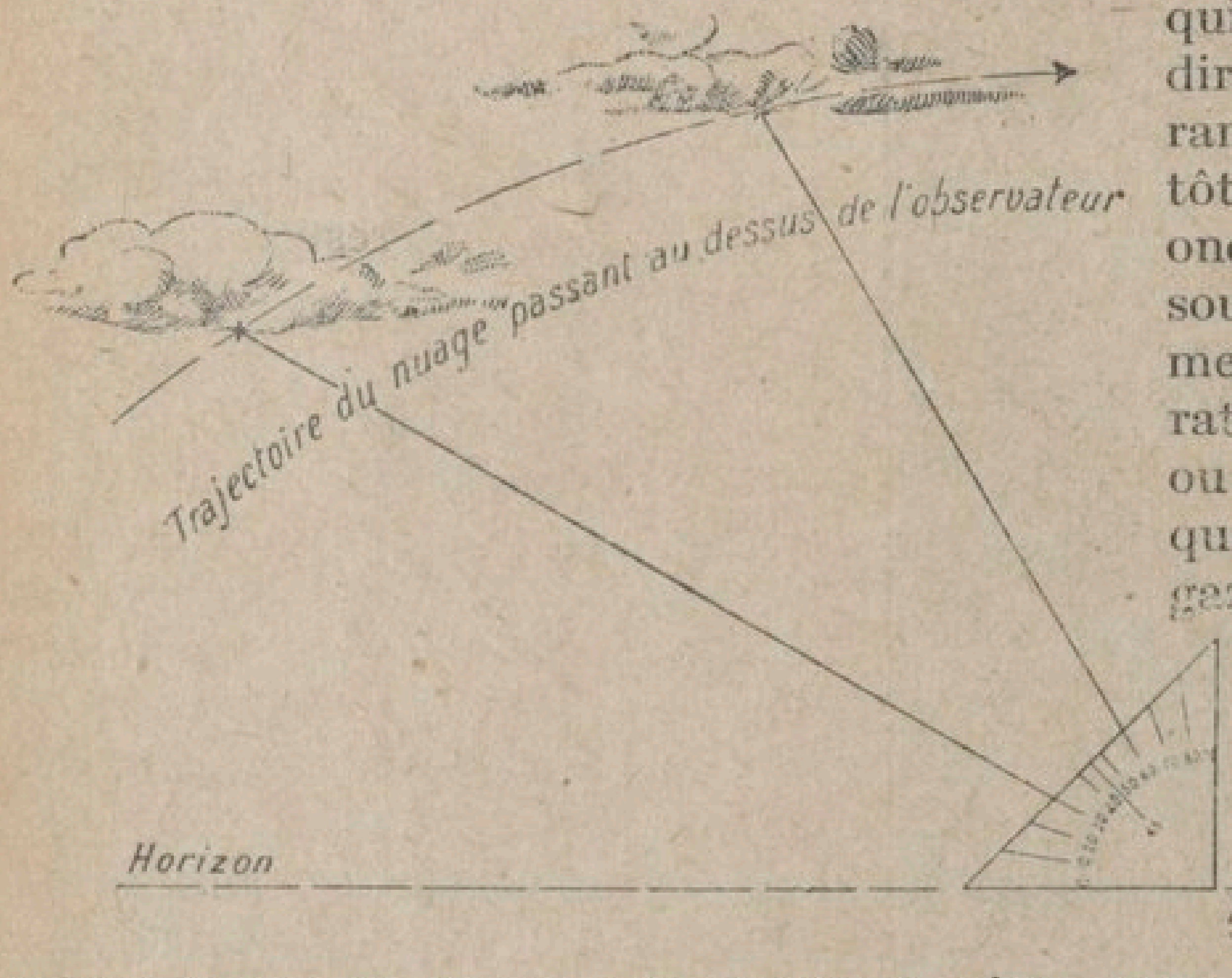

L'ÉQUERRE CÉLESTE, VUE AVANT ET VUE ARRIÈRE

*(On trouvera la description de ce petit instrument dans le texte.)*

DÉTERMINATION DE LA TRAJECTOIRE DU MOUVEMENT D'UN NUAGE A L'AID' DE L'ÉQUERRE OU RAPPORTEUR CÉLESTE




grâce à la luminosité qu'elles reçoivent de l'astre qui les éclaire. Le grand halo est un signe de pluie à venir ; le moyen halo fait prévoir une pluie prochaine et le petit halo, en contact avec l'astre, présage une pluie à peu près certaine dans quelques heures.



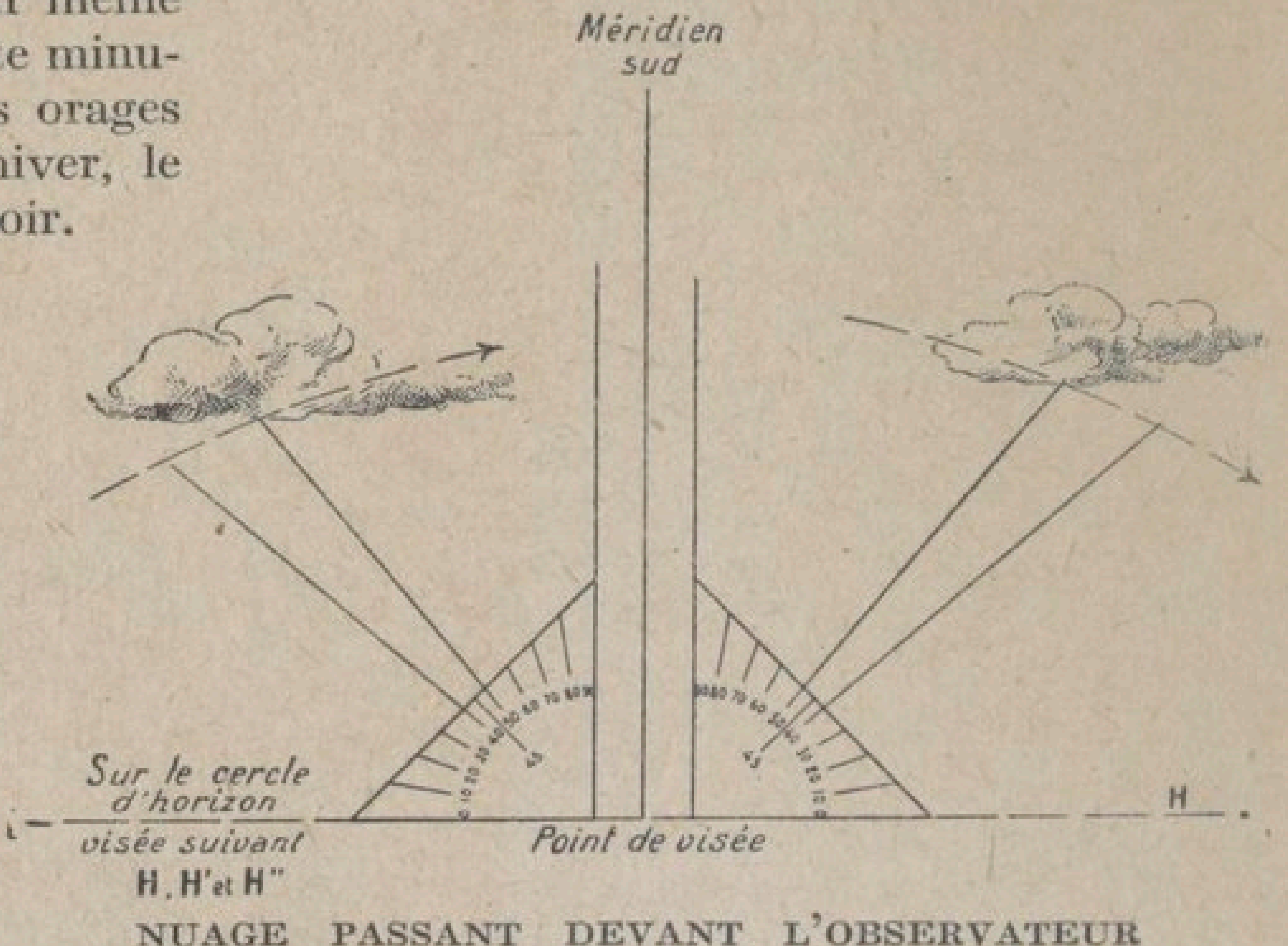

DÉTERMINATION DE LA TRAJECTOIRE D'UN NUAGE PASSANT AU-DESSUS DE L'OBSERVATEUR

Ces renseignements élémentaires une fois donnés, il est bon d'ajouter que la vitesse du vent entraînant les nuages donne une idée de la rapidité avec laquelle le mauvais temps peut venir et disparaître ensuite. Le mouvement de translation d'un orage est parfois très rapide, car son passage sur un même point peut durer de trente à quarante minutes et même moins. En France, les orages sont plus fréquents en été qu'en hiver, le jour que la nuit et le matin que le soir.

Lorsqu'on voit arriver un nuage à l'horizon, on constate que sa marche, régulière au premier abord, est sujette à de grandes variations ; de là vient la transformation incessante du volume de la nuée. Plus le vent est élevé, plus sa marche est régulière, et on le comprend aisément. Si le vent rase le sol, sa vitesse et sa hauteur varient selon la nature des terrains sur lesquels il passe, car les aspérités du sol en changent la marche et la direction.

L'eau, les bois, les prairies, les champs, forment des surfaces admettant et retenant la chaleur solaire à diverses températures, ce qui modifie l'équilibre de l'air, ainsi que la direction rectiligne et horizontale des courants. La nappe d'air en mouvement est plutôt semblable à une mer houleuse dont les ondes montent et descendent, non point sous l'influence mécanique du fluide tourmenté, mais sous celle des diverses températures qui modifient son poids en dilatant ou en contractant sa masse. Les nuages que l'on voit venir, ou toute autre masse de gaz en mouvement, subissent donc l'influence thermique des lieux sur lesquels ils passent. Ils monteront au-dessus des champs ensoleillés, descendront durant le jour en passant au-dessus des bois, des terrains humides et des lacs. Le contraire se produira pendant la nuit. Il y a donc plus de chance d'éviter les émissions de gaz passant au-dessus des terres sèches et chaudes que celles qui se propagent sur les terres humides ou couvertes.

Pour connaître la hauteur approximative des nuages et en suivre l'évolution, on a imaginé un petit appareil dont nous donnons un dessin à la page 511 et que l'on a nommé *équerre ou rapporteur céleste*. Il se compose



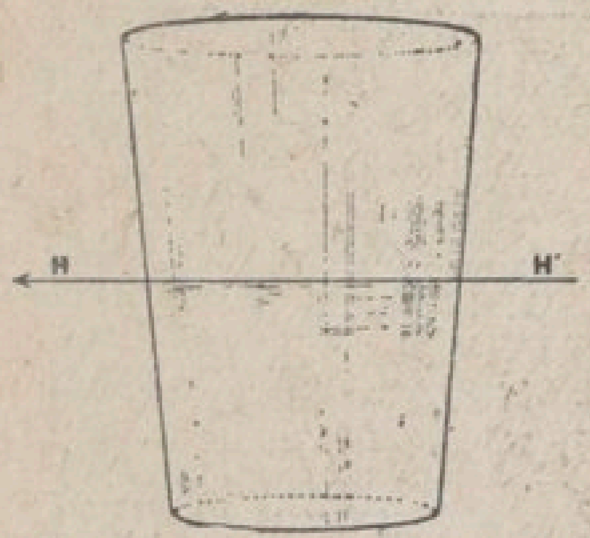

NUAGE PASSANT DEVANT L'OBSERVATEUR

d'une boîte triangulaire dont l'un des côtés forme la base et repose horizontalement ; un autre côté constitue la ligne zénithale du lieu, formant ainsi avec l'horizontale un angle droit. Sur le côté hypothénuse est ménagée une glissière sur laquelle se meut un petit volet. Visant alors un point correspondant exactement à l'horizontale du lieu, on place l'œil au sommet de l'angle droit et on regarde par la fenêtre pratiquée à cet endroit. Sans bouger l'appareil, on baisse ou on lève le volet jusqu'à ce que le regard coïncide avec la base du nuage visé et on détermine la hauteur par l'ouverture de l'angle formé par la base et le rayon de visée. Le rapporteur tracé sur la paroi de l'équerre présente les données nécessaires à cette mesure. En faisant successivement plusieurs visées, on obtient la trajectoire du nuage en marche (figures page 512).

RECHERCHE DE LA DIRECTION DES VENTS A L'AIDE D'UN SIMPLE JALON SERVANT DE POINT FIXE DANS LE CIEL

*On peut procéder ainsi quand on ne possède point d'instruments spéciaux ou bien quand la visibilité est limitée, comme du fond d'une tranchée, par exemple. Le jalon permet de considérer le mouvement des nuages dans l'atmosphère.*

Aux renseignements que l'on peut puiser dans cet article, nous ajouterons l'indication de quelques moyens complémentaires qui pourront aider à obtenir un meilleur résultat. C'est surtout aux agriculteurs, aux marins, aux pêcheurs que ces lignes s'adressent, et aussi aux élèves des écoles, qui, sous la surveillance de leurs maîtres, viendront en aide, pour le bien de tous, aux travailleurs des champs et de la mer. Il s'agit d'obtenir des écoliers un renseignement quotidien pouvant servir à pronostiquer le temps qu'il fera. Il est besoin pour le faire de deux instruments que toutes les écoles possèdent : un baromètre et un thermomètre. On dressera les diagrammes de la pression barométrique et de la température.




RECHERCHE ÉLÉMENTAIRE DU POINT D'HORIZON AU MOYEN D'UN VERRE D'EAU

Etant donné que l'on connaît dans chaque région la direction des vents favorables à la pluie ou au beau temps, ce sera là une première partie du pronostic. Le second point consistera à tracer les diagrammes, formés par les lignes reliant les points correspondant aux observations journalières. En règle générale, lorsque ces lignes se rapprochent l'une de l'autre, on va vers le mauvais temps, tandis que si elles s'écartent sensiblement, le beau temps est probable et à très brève échéance.

On remarquera sur les feuilles des diagrammes une colonne d'observations personnelles destinée à inscrire le temps qu'il fait dans la journée, les travaux des champs, les pêches marines, etc., ces remarques formeront par la suite un document précieux à conserver (Voir le spécimen à la page 508).

En outre, les diagrammes exposés à la porte des écoles serviraient à renseigner les agriculteurs au sujet du temps à venir par la seule constatation de l'évolution des courbes. Quelques mots d'explication seraient suffi-

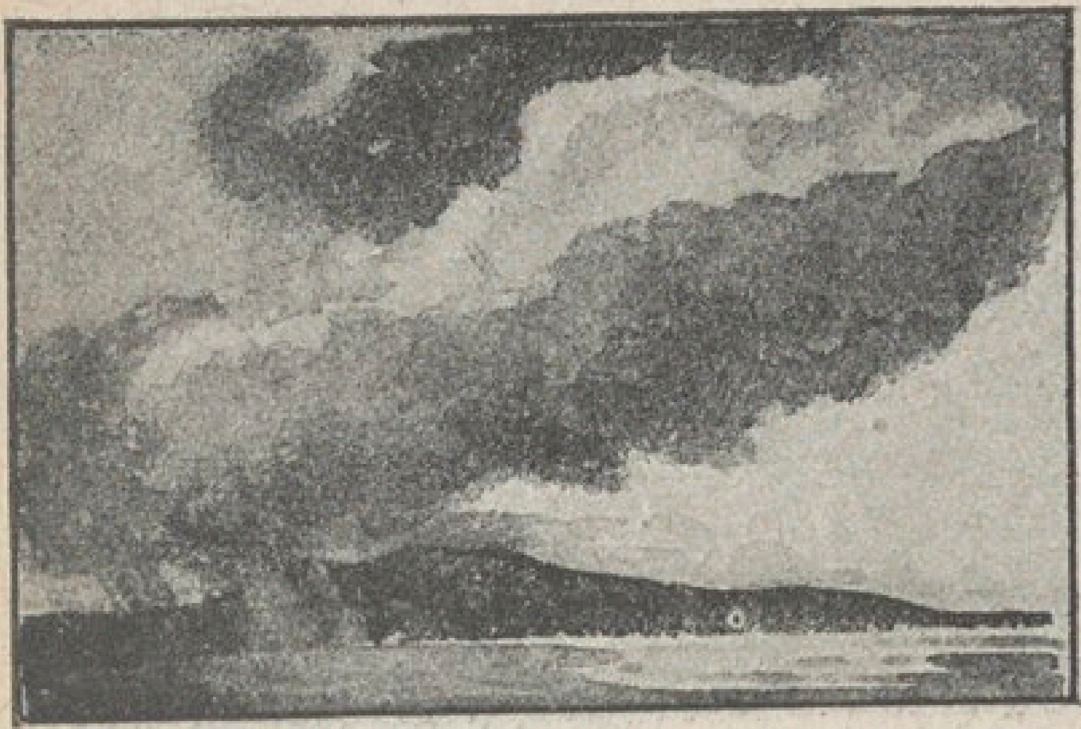


FIGURE 1

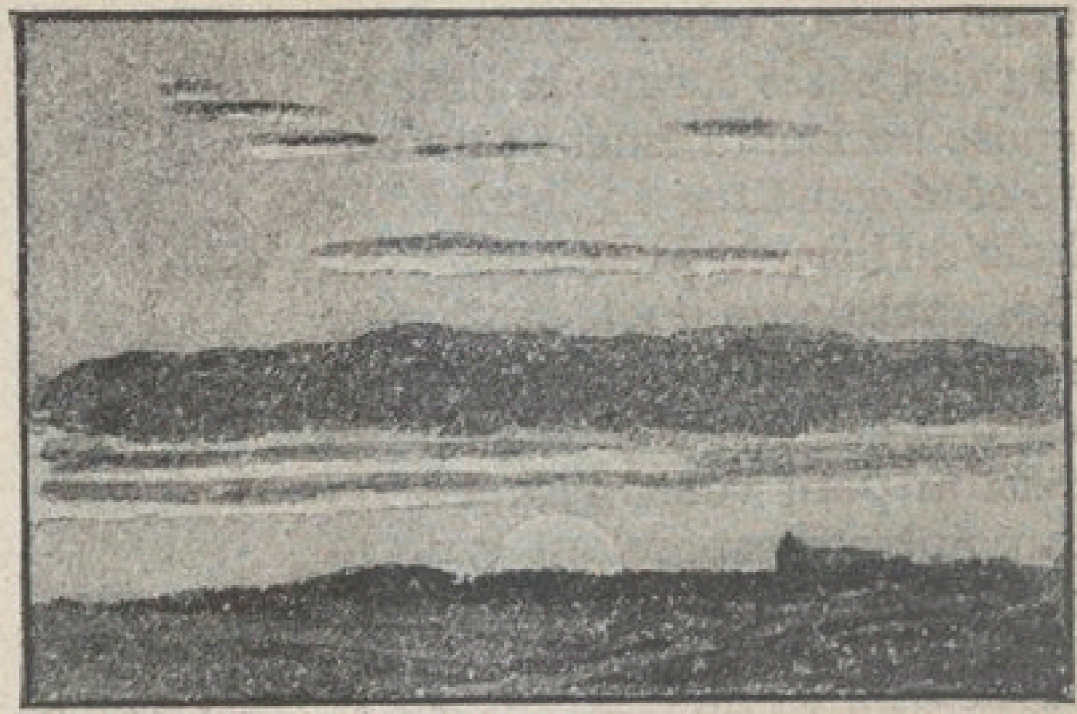


FIGURE 2

FIGURE 3

FIGURE 4

FIGURE 5

FIGURE 6

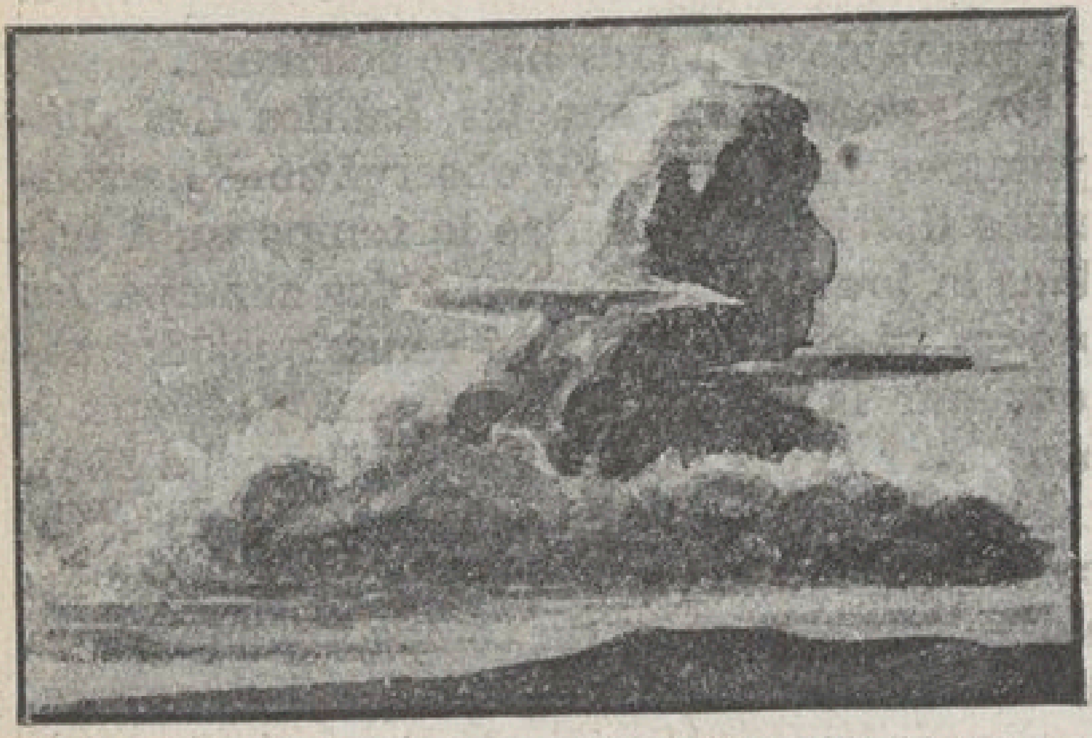


FIGURE 7

FIGURE 8

LES FORMES DE NUAGES LES PLUS COMMUNES

PRÉVISION DU TEMPS D'APRÈS LA FORME ET LA COLORATION DES DIFFÉRENTES SORTES DE NUAGES REPRÉSENTÉS A LA PAGE PRÉCÉDENTE

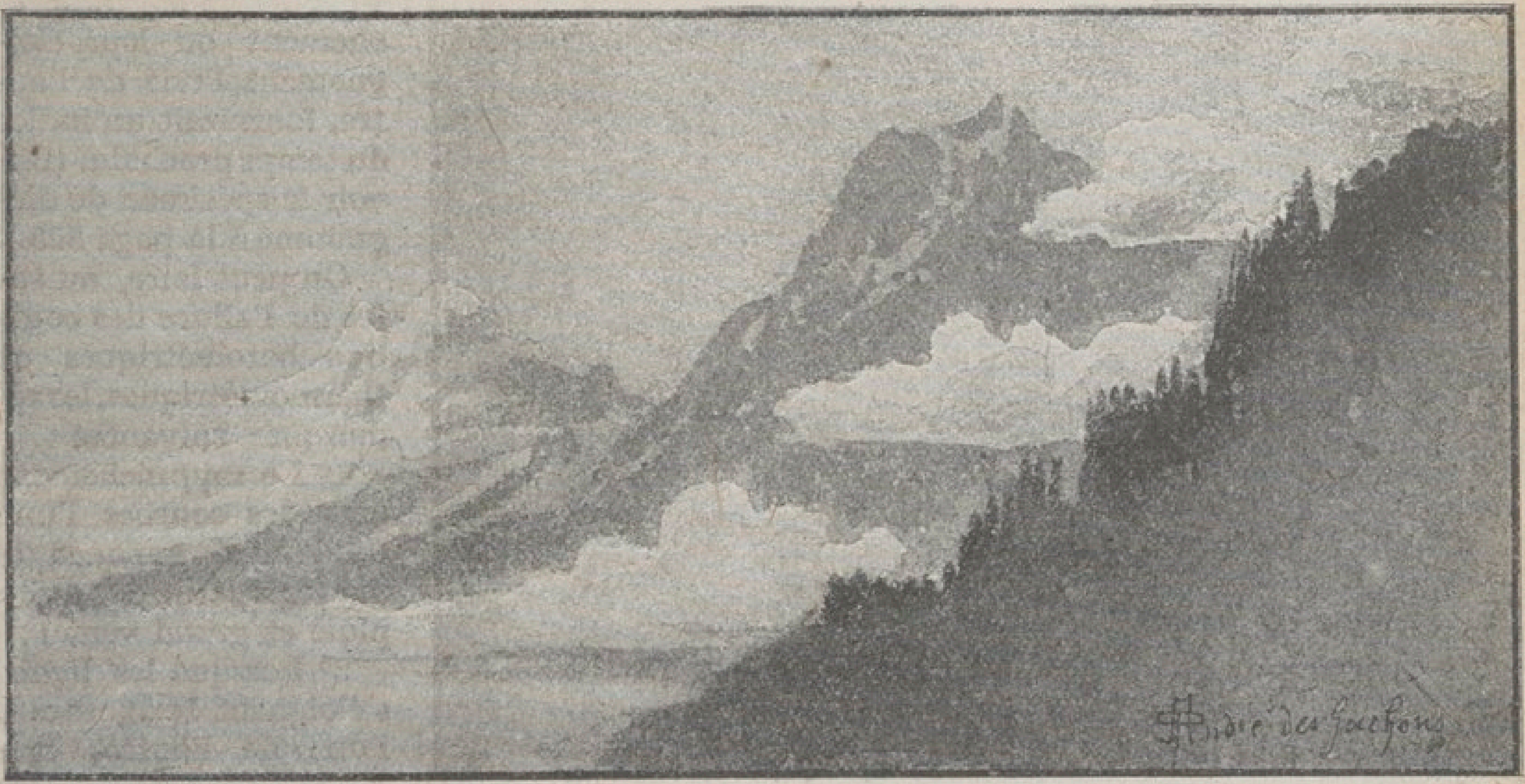
*Figure 1: Cumulus nimbus, nuage de giboulée. — Figure 2: Aspect du ciel le matin. Si les nuages sont colorés, annonce de mauvais temps pour la journée. — Le même aspect du ciel, le soir, annonce le beau temps pour le lendemain. c'est-à-dire que le soleil, après s'être caché derrière un rideau de nuages, est visible de nouveau à l'horizon avant de disparaître. — Figure 3: Le soleil se couchant derrière un rideau de nuages est un présage de mauvais temps pour le lendemain. — Figure 4: Lorsque le soleil se lève derrière un rideau de nuages, il ventera dans la journée. — Figure 5: Cumulus de beau temps dont le sommet s'arrondit en dôme et à la base horizontale. — Figure 6: Cumulus dominé par des cirrus et des cirro-cumulus, présage de dépression ou d'orage. — Figure 7: Cumulus-nimbus surmonté d'un voile d'alto-stratus amenant des giboulées. — Figure 8: Cumulo-stratus annonçant des averses de courte durée.*

sants pour faire connaître aux habitants des campagnes le résultat attendu par la marche des courbes inscrites. On ne saurait trop conseiller aux instituteurs, ces éducateurs du peuple, d'en faire l'expérience, dans un but pratique et utile pour tous.

L'école est l'établissement désigné pour l'organisation d'un poste météorologique dans les campagnes. Les instituteurs, généralement soucieux des intérêts de la commune, pourront établir sans grands frais un petit poste qui rendra de réels services aux cultivateurs, aux propriétaires et aux marins des côtes éloignées des grands ports.

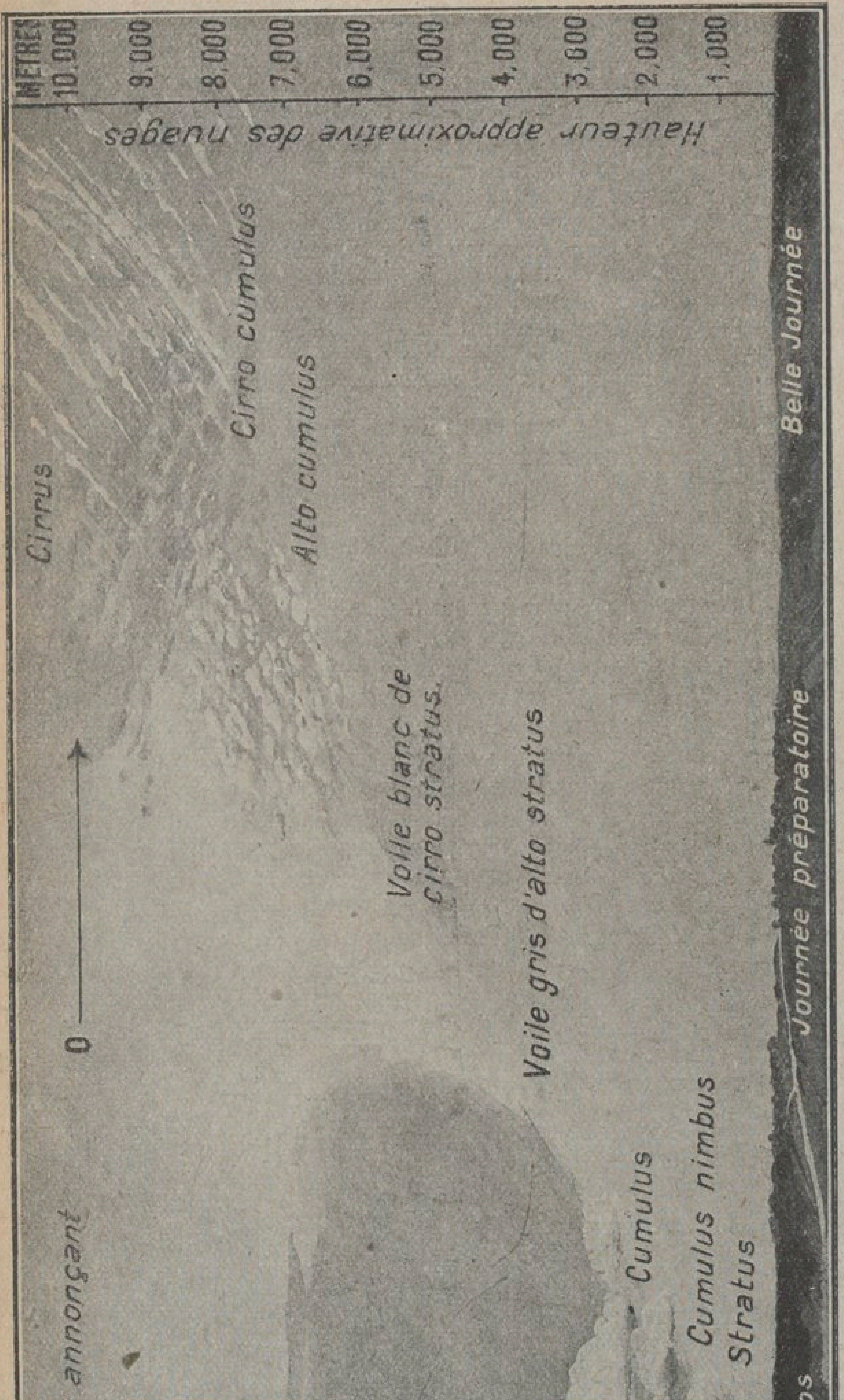
Ce poste comprendrait un baromètre à mercure ou anéroïde et deux thermomètres, l'un à maxima et l'autre à minima.

Le baromètre peut être placé à l'intérieur de l'école, mais les thermomètres doivent être installés en plein air, exposés au nord et soustraits aux rayons directs du soleil, à 1 m. 30 du sol. La lecture du thermomètre se ferait à 9 heures du matin ; on prendrait les températures maximum et minimum des 24 heures, et après avoir remis les index en place, c'est-à-dire à la température actuelle, on inscrirait ces deux températures. Une girouette serait aussi indispensable, et le dispositif que nous recommandons se compose d'un mât de 4 à 5 mètres de hauteur, terminé par une girouette à double palette ; au-dessous serait une règle mobile se mouvant à l'aide de deux cordes et pivotant autour de l'axe du mât (Voir figure page 519). Une deuxième tige fixe traversant le mât serait orientée nord-sud ; pour avoir la direction des courants supérieurs, il suffirait de diriger la règle mobile dans le sens de la



FORMATION DES BROUILLARDS ET DES NUAGES PAR UNE JOURNÉE ENSOLEILLÉE

*Lorsqu'il y a évaporation et ensuite une belle nuit avec clair de lune, l'air humide, se refroidissant pendant la nuit, se transforme en brouillards. Ceux-ci restent souvent à terre ou suspendus à une certaine altitude ; arrivant à leur point de saturation, ils tombent lentement à terre. Dans ce cas, la journée sera belle. — Lorsque le brouillard s'élève, poussé par les vents, il se transforme en nuages: c'est la pluie prochaine.*



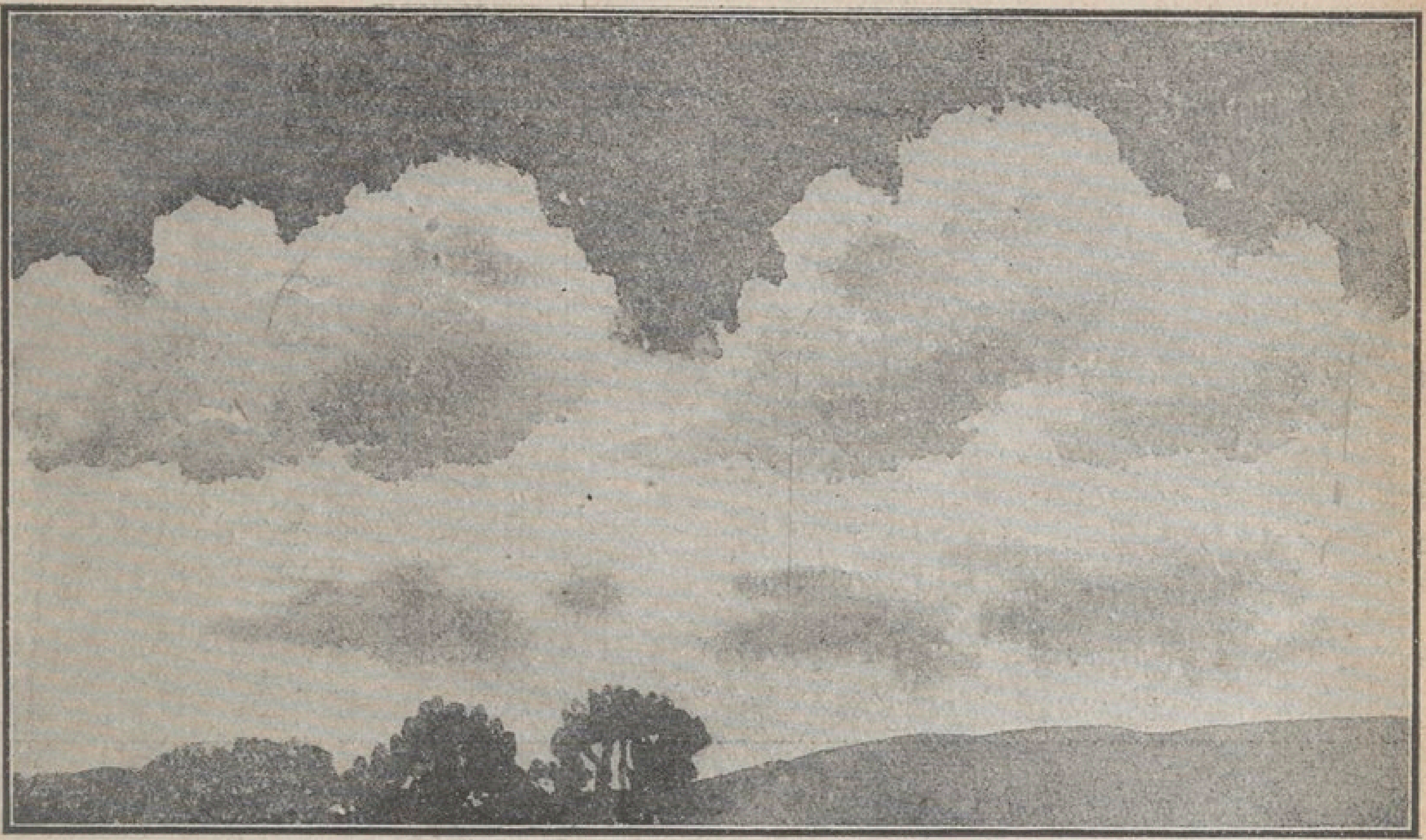

marche des nuages. L'observation des *cirrus* et des *alto-cumulus* serait surtout d'une grande importance, car ces nuages sont les précurseurs d'orages et de dépressions. L'influence des vents locaux amenant soit la pluie, soit le beau temps, serait le premier pronostic de la prévision du temps que l'on pourrait faire. La pression barométrique et la température compléteraient ces renseignements. Pour cela, on inscrirait sur une feuille spéciale la pression barométrique et la température à 9 heures du matin, en faisant un point à l'intersection de la ligne du jour d'observation et de la ligne de pression et de température ; en réunissant ces points au fur et à mesure on formerait des courbes de pression et de température. L'évolution de ces courbes, c'est-à-dire leur rapprochement ou leur éloignement l'une de l'autre, fournirait un indice du temps prochain. (Revoir le spécimen de diagramme à la page 508.).

On peut faire, au sujet de l'allure des courbes barométriques et thermométriques, les remarques suivantes :

1° Le rapprochement lent des courbes l'une de l'autre annonce le mauvais temps avec pluie et grand vent ;

2° Lorsque les lignes s'éloignent lentement l'une de l'autre, une période certaine de beau temps est prochaine ;

3° Le rapprochement brusque des lignes l'une de l'autre signifie orage, grêle, tempête, ou toute



ASPECT DU CIEL ANNONÇANT UN ORAGE SUR LE POINT D'ÉCLATER
*L'atmosphère est encombré de fracto-cumulus surmontés d'un voile assez dense d'alto-stratus.*

autre perturbation plus ou moins violente, selon la profondeur de la déviation ;

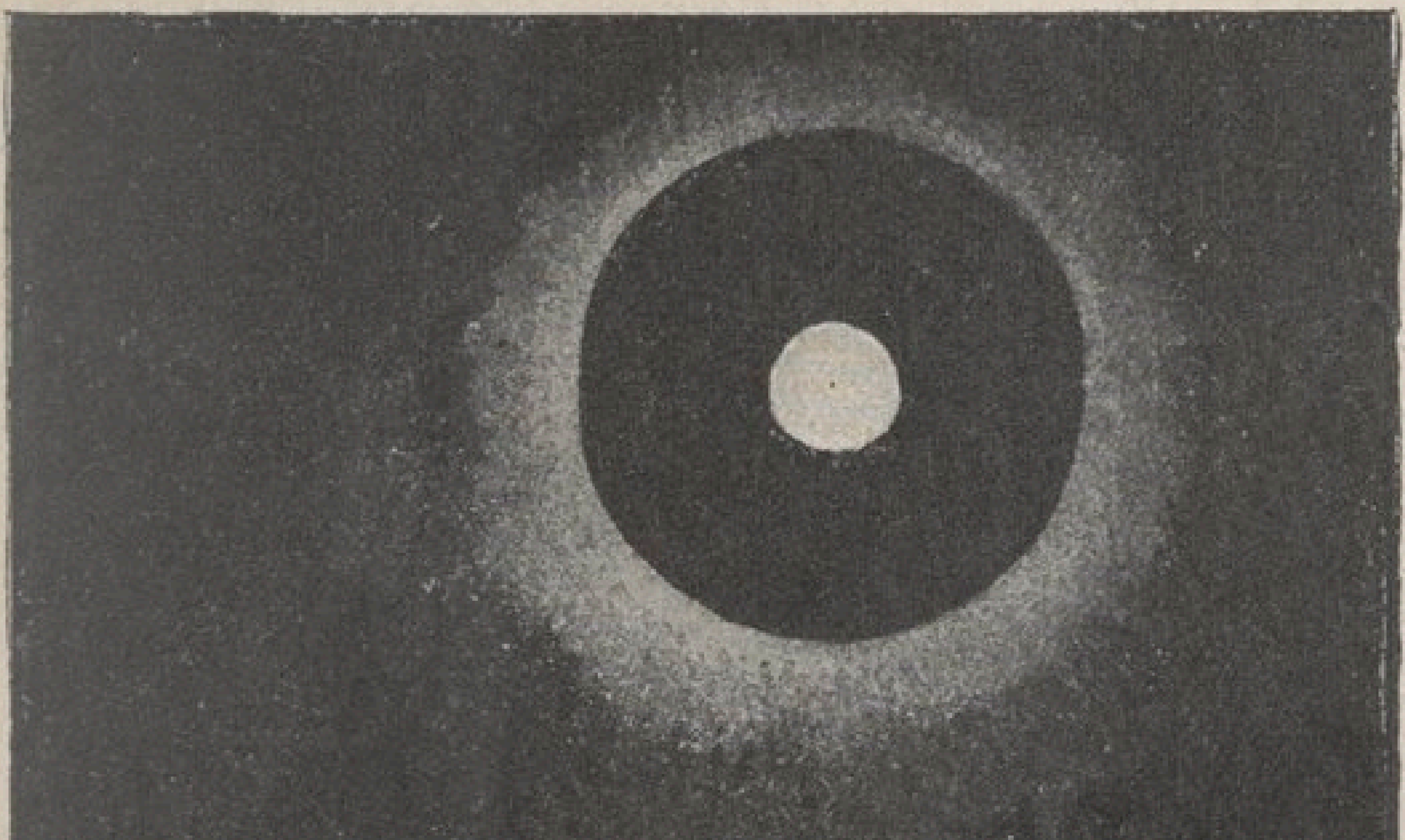
4° Lorsque les lignes s'éloignent brusquement l'une de l'autre, on peut prévoir une période de beau temps de courte durée ;

5° Lorsqu'il y a oscillation des lignes en s'éloignant l'une de l'autre, c'est que le temps doit commencer à se remettre lentement avec des alternatives plus ou moins espacées de pluie assez forte ou de vent ;

6° Lorsque les lignes oscillent en se rapprochant plus ou moins l'une de l'autre, une dépression assez grande suivra bientôt ;

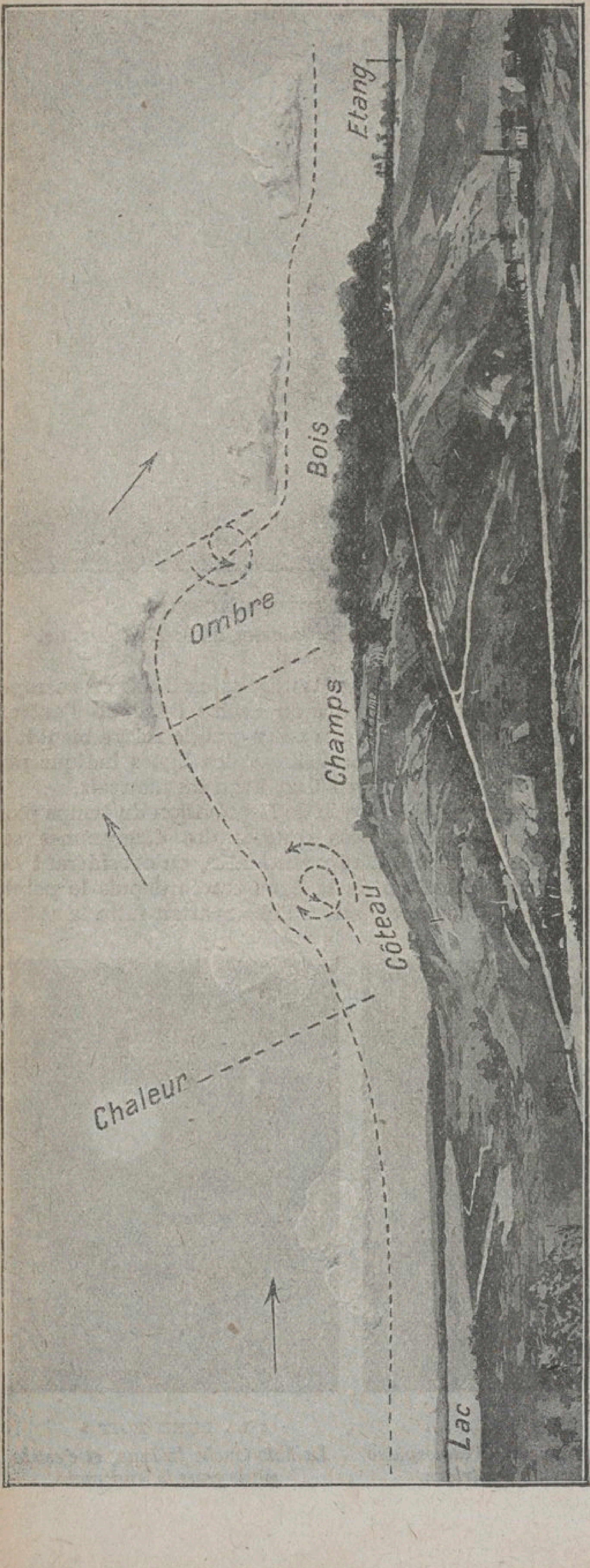
7° Le parallélisme des lignes indique un temps moyen fixe, beau ou mauvais.

Le pronostic de la prévision du temps par l'examen des courbes des diagrammes se fait à 9 heures du matin, en considérant la direction de la ligne tracée depuis le point correspondant à l'observation faite la veille



QUAND LE HALO EST ÉLOIGNÉ DE LA LUNE...
*C'est l'indice certain de la présence de cirrus dans l'atmosphère et l'annonce d'une prochaine dépression barométrique.*

« LA LUNE BOIT »
*Le halo touche la lune, et c'est la pluie pour le lendemain.*




COMPOSITION MONTRANT LA MARCHE D'UNE MASSE DE VAPEURS ANIMÉE D'UN MOUVEMENT RECTILIGNE

*La hauteur de cette masse varie selon les terrains sur lesquels elle passe ; elle rase la surface des lacs dans une atmosphère froide, s'élève au-dessus des terres ensoleillées et nues et retombe quand elle passe au-dessus de terrains couverts, humides et boisés.*

jusqu'au point que l'on vient d'inscrire. C'est par le rapprochement ou par l'éloignement de ces lignes que l'on a une idée précise du temps à prévoir pour la journée.

A ces observations, on peut encore ajouter celle de la quantité d'eau tombée, mesurée en millimètres cubes par mètre carré, à l'aide du pluviomètre. On mesurera à 9 heures du matin la pluie tombée depuis la veille à la même heure à l'aide d'une éprouvette spéciale. Un autre instrument qui peut aussi présenter une grande utilité est l'héliographe, où le soleil inscrit automatiquement l'insolation de la journée sur une feuille de papier sensible au ferro-prussiate. On peut se contenter d'un héliographe de forme simple, à évolution de 180°.

Dans un poste météorologique, le mât des girouettes doit être dressé sur un terrain découvert, assez éloigné des arbres ou des maisons élevées qui peuvent influencer la direction du vent.

Les thermomètres devront être placés sous un abri soustrayant les instruments aux rayons directs du soleil ou à toute autre réflexion de chaleur artificielle. Le pluviomètre doit être disposé à environ 1 m. 50 du sol; il est nécessaire que l'orifice du seau soit placé horizontalement.

L'héliographe sera placé face au sud, incliné suivant la hauteur des rayons solaires à midi. Cette hauteur varie de 50° dans une année, d'après la saison. Le soleil se trouve à 15° au-dessus de l'horizon en hiver

et à 65° en été. L'héliographe est recommandé aux botanistes, aux horticulteurs, aux pépiniéristes qui pourront inscrire, dans la colonne des remarques la durée d'insolation de la journée.

Cet ensemble d'observations très simples constitue cependant un moyen efficace de prévoir, avec quelque certitude, le temps qu'il fera dans la journée. Aussi peut-on recommander à tout le monde de s'y livrer d'une manière constante. On acquerra ainsi une grande expérience qui sera d'un utile secours pour toutes les personnes que les phénomènes atmosphériques intéressent au point de vue de leurs occupations et des multiples circonstances de la vie courante.

MODE D'OBSERVATION POUR LA PRÉVISION DU TEMPS

*A 9 heures du matin, on prend la pression barométrique, la température et la direction des vents à l'aide de la girouette à deux palettes, dont nous donnons un dessin à la page 510. Les courants supérieurs sont révélés par la marche des nuages. Sous la girouette, fixée à l'extrémité d'un mât, est installée une règle mobile pivotant sur l'axe du mât et pouvant se manœuvrer à l'aide de deux cordes. Regardant les nuages passant au-dessus de la girouette, on dirige la règle dans le sens de leur marche. Une autre règle, fixe celle-ci, traversant le mât horizontalement, est orientée du Nord au Sud ; la comparaison de la position de la règle mobile avec la règle fixe donne la direction des nuages. On pointe alors la pression barométrique et la température sur une feuille-diagramme dont on a vu une reproduction exacte en tête de cet article.*

D'autre part, on peut également avoir un pronostic du temps par les mouvements de la girouette. Dans la plus grande partie de la France, en général, si le vent passe au Nord et s'établit à l'Est, il fera beau. Si de l'Ouest, il passe par le Nord et s'établit au Nord-Est, il peut durer longtemps dans cette position en amenant du froid en hiver ou de la sécheresse en été. Si de l'Ouest, passant par le Sud et l'Est, il monte au Nord-Est, il ne se maintiendra pas et rebroussera vers le Sud-Est et amènera souvent de l'orage.

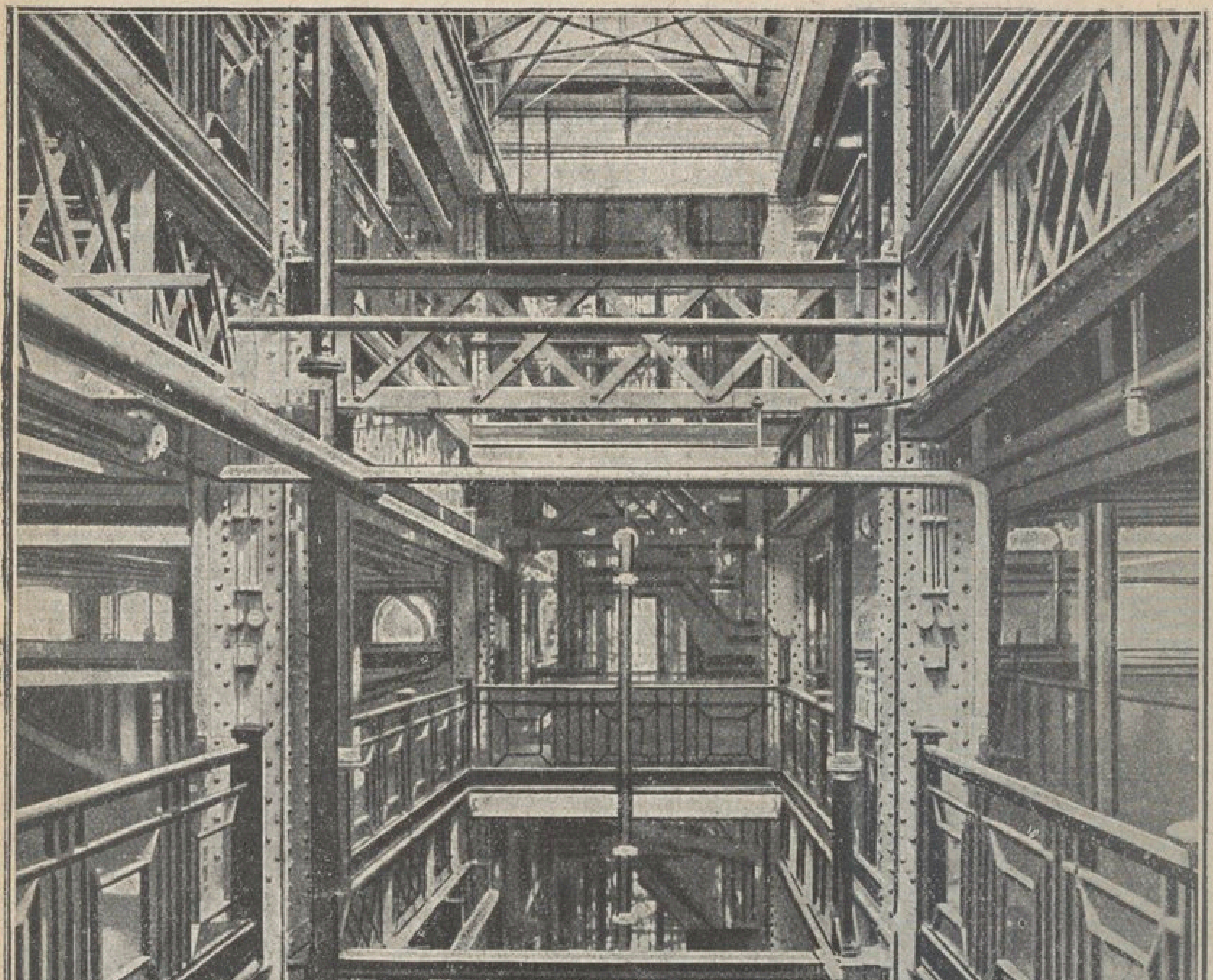
Si de l'Est, passant par le Sud, il s'établit à l'Ouest, il amènera de la pluie. Le vent normal de beau temps marche dans la direction du soleil, c'est-à-dire, souffle de l'Est à l'Ouest.

Terminons en disant qu'il existe une *manière pratique de déterminer le mouvement de translation d'un orage et la distance à laquelle il se trouve d'un observateur.*

Supposez que vous ayez aperçu au Sud-Est un éclair et que vous avez compté quatre secondes entre l'apparition de cet éclair et le bruit du tonnerre qui le suit. Multipliez 335, qui est la vitesse du son, par les quatre secondes que vous avez comptées, cela vous donne une distance de 1.340 mètres.

Ayant fait sur une feuille de papier une croix indiquant les quatre points cardinaux, tracez à partir du centre de cette rose une ligne droite indéfinie dans la direction du Sud-Est, où vous avez aperçu l'éclair. Portez sur cette ligne, à partir du centre de la rose quatre divisions d'un centimètre de longueur (mesure conventionnelle) ; attendez cinq ou dix minutes, puis notez un autre éclair, et vous vous rendrez compte ainsi de la direction de l'orage.

André des Gachons.



VUE PRISE A L'INTÉRIEUR DE LA BRASSERIE ARTHUR GUINNESS, A DUBLIN

*C'est dans cet immense bâtiment, le plus grand de ce genre dans le monde, que le moût houblonné est soumis à la fermentation. La salle de fermentation a 38 mètres de hauteur, 58 mètres de longueur et 52 mètres de largeur. Chacune des seize cuves contient 250.000 litres de liquide en travail.*

# LA BRASSERIE EST DEVENUE UNE INDUSTRIE CONSIDÉRABLE

Par Auguste GALLERAND

Les restrictions apportées par le décret du 5 février 1918 à la fabrication et à la vente de la bière ont attiré l'attention sur l'importante industrie de la brasserie, devenue petit à petit une des plus florissantes de France.

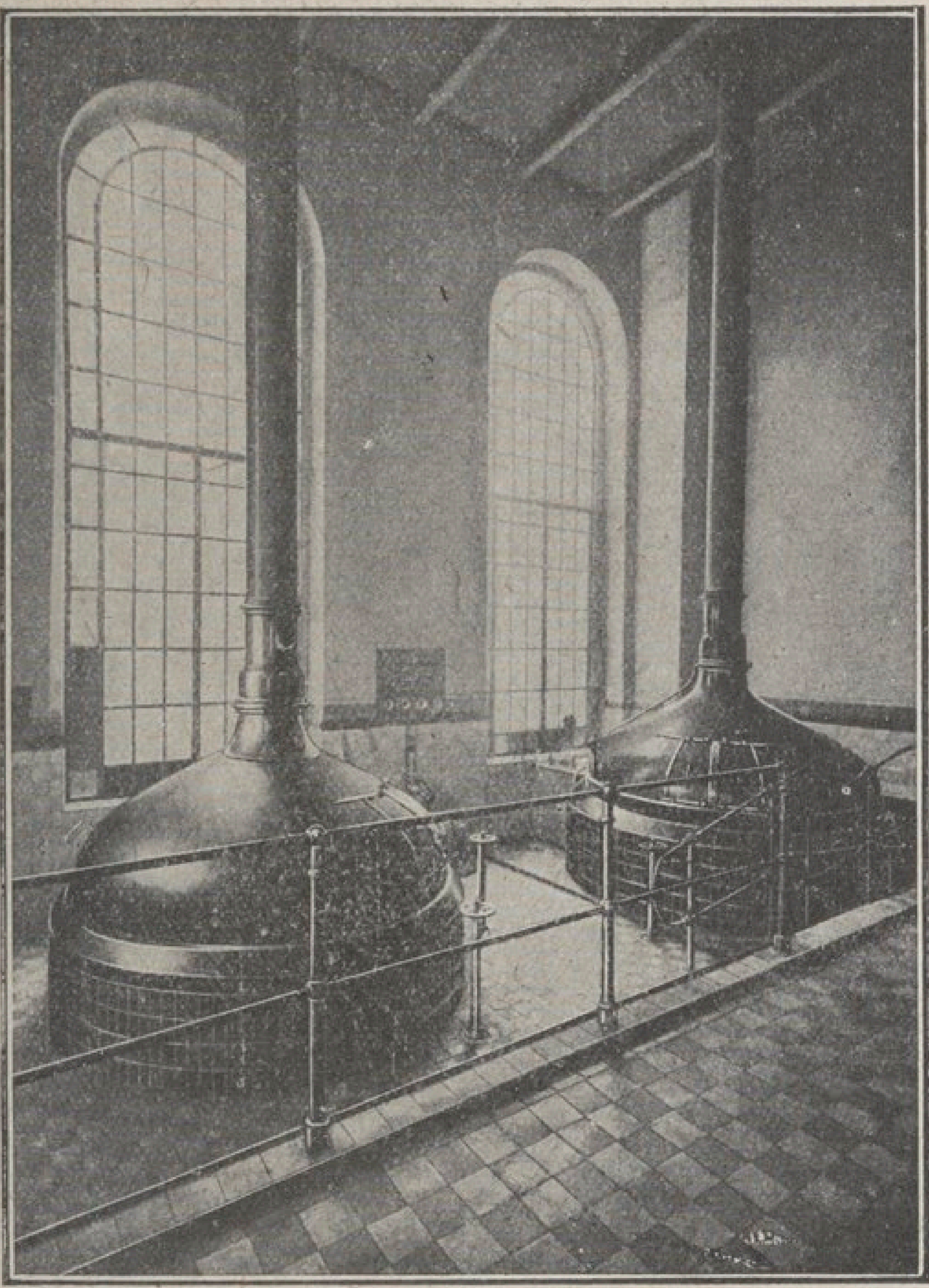
Le malt est aujourd'hui fourni aux brasseurs à un prix fixé, sur commandes adressées par eux au Comité central de répartition des orges et malts, qui alloue aux intéressés les contingents à eux attribués en conformité du programme arrêté par le sous-secrétaire d'Etat du Ravitaillement.

La bière est une infusion d'orge germée, ou malt, que l'on soumet à la fermentation alcoolique, après addition du principe spécial aromatique des résines du houblon.

La fermentation alcoolique n'a lieu qu'en milieu sucré. Les céréales, comme l'orge, contenant naturellement peu de sucre, on les soumet à la germination, phénomène vital pendant lequel un suc digestif appelé diastase, secrété par la graisse, transforme l'amidon de réserve en une matière sucrée fermentescible.

Il existe deux modes de fermentation : la fermentation haute et la fermentation basse. Dans les deux cas, le phénomène est déterminé par la levure de bière, dans laquelle Pasteur a reconnu un végétal nommé saccharomyces. Elle est formée de cellules globuleuses disposées en chapelet et susceptibles de se reproduire par bourgeonnement.

Comme tout être vivant, la levure a besoin d'aliments. Elle utilise d'abord l'oxygène et l'azote dissous dans les liquides sucrés. Quand ils sont épuisés, elle secrète une diastase qui décompose les sucres ; elle trouve ainsi les éléments nécessaires à son développement. On relève dans les produits de décomposition et de désassimilation : de l'alcool, de l'acide carbonique, des acides organiques et de la glycérine.



CHAUDIÈRES EN CUIVRE POUR CUIRE LE MOUT

*Ces récipients sont chauffés à la vapeur ; des installations thermométriques spéciales permettent de suivre constamment la marche de la cuisson et de ne pas dépasser les limites entre lesquelles doit s'effectuer l'opération.*

La transformation de l'orge en malt, ou maltage, a lieu dans des malteries, des usines

spéciales souvent adjointes aux brasseries.

Avant la germination, qui est la base du maltage, l'orge est d'abord soigneusement triée, lavée et trempée ou gonflée.

L'orge est ensuite brassée énergiquement dans de l'eau tiède au moyen d'un agitateur ou d'une injection d'air comprimé ; un appareil aspire ce mélange et un tourniquet hydraulique le reverse sans interruption dans le laveur.

L'orge lavée passe dans de grandes cuves de tôle ou de maçonnerie cimentée : c'est là que va s'effectuer la *trempe* ou gonflage. Il s'agit de fournir au grain la quantité d'eau nécessaire à la germination. Cette eau, qui doit apporter aussi de l'oxygène, est renouvelée toutes les douze heures, pendant deux à cinq jours, selon sa température et la dureté du grain.

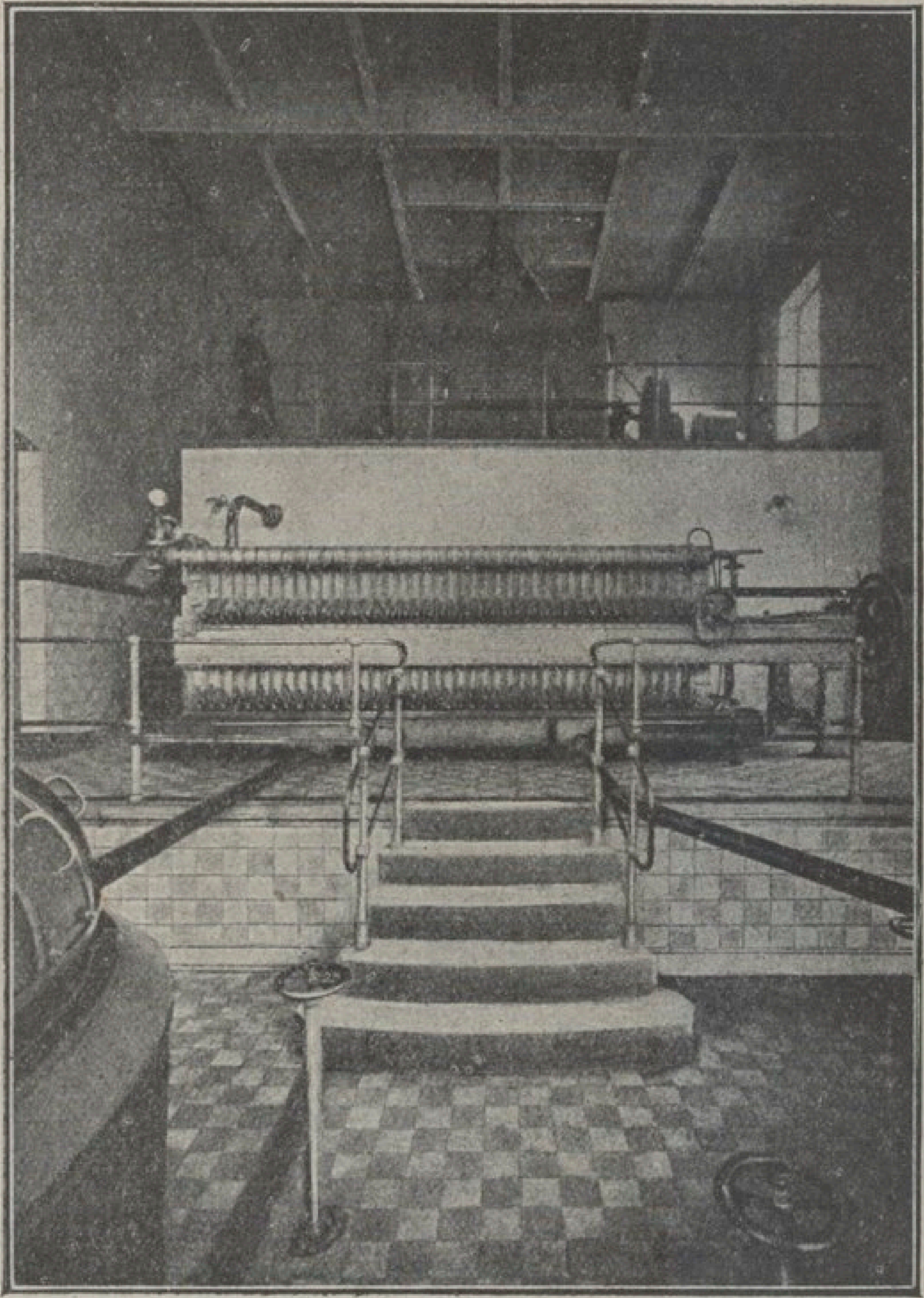
Chaque cuve possède à cet effet, à sa base, un orifice à grillage pour l'écoulement de l'eau, un tube perforé médian pour l'arrivée de l'eau et un orifice de décharge pour le grain trempé. L'usage de la trempe intermittente avec arrosages au tourniquet hydraulique assure une absorption d'oxygène et d'eau particulièrement énergique.

Quand l'orge a absorbé 50 % de son poids d'eau, on juge la trempe suffisante.

Le grain est alors amené au germoir et déposé, avec soin, en couches variant de 20 centimètres à 50 centimètres d'épaisseur.

L'atmosphère du germoir est saturée de vapeur d'eau ; sa température en est maintenue entre 15° et 20° centigrades, car la chaleur est aussi nécessaire à la germination que l'oxygène et l'humidité.

Généralement, le travail des germoirs est interrompu pendant la saison chaude. Cependant l'emploi des systèmes pneumatiques tels que les cases Saladin et les tambours Galland et Topf permet de travailler toute l'année et de réduire les dépenses de main-d'œuvre.



DISPOSITION EN CASCADE D'UNE SALLE DE BRASSAGE

*La farine de malt glisse par une trémie dans l'hydrateur où s'effectue l'empâtage. Sous l'hydrateur sont placés la grande cuve du macérateur, le filtre-presse, sa robinetterie et son réservoir.*

La case Saladin, en maçonnerie cimentée, est pourvue d'un faux-fond en tôle perforée et communique avec un ventilateur. Un échangeur fournit de l'air complètement saturé d'humidité, et un retourneur mécanique circulant le long des cases remue les couches d'orge gonflée supportées par le plateau inférieur.

Le cylindre à double paroi du tambour Galland se meut lentement autour d'un axe perforé qui communique avec un ventilateur aspirant. Ici l'échangeur est en relation avec l'espace plus ou moins grand compris entre les deux parois externe et interne, cette dernière paroi étant perforée.

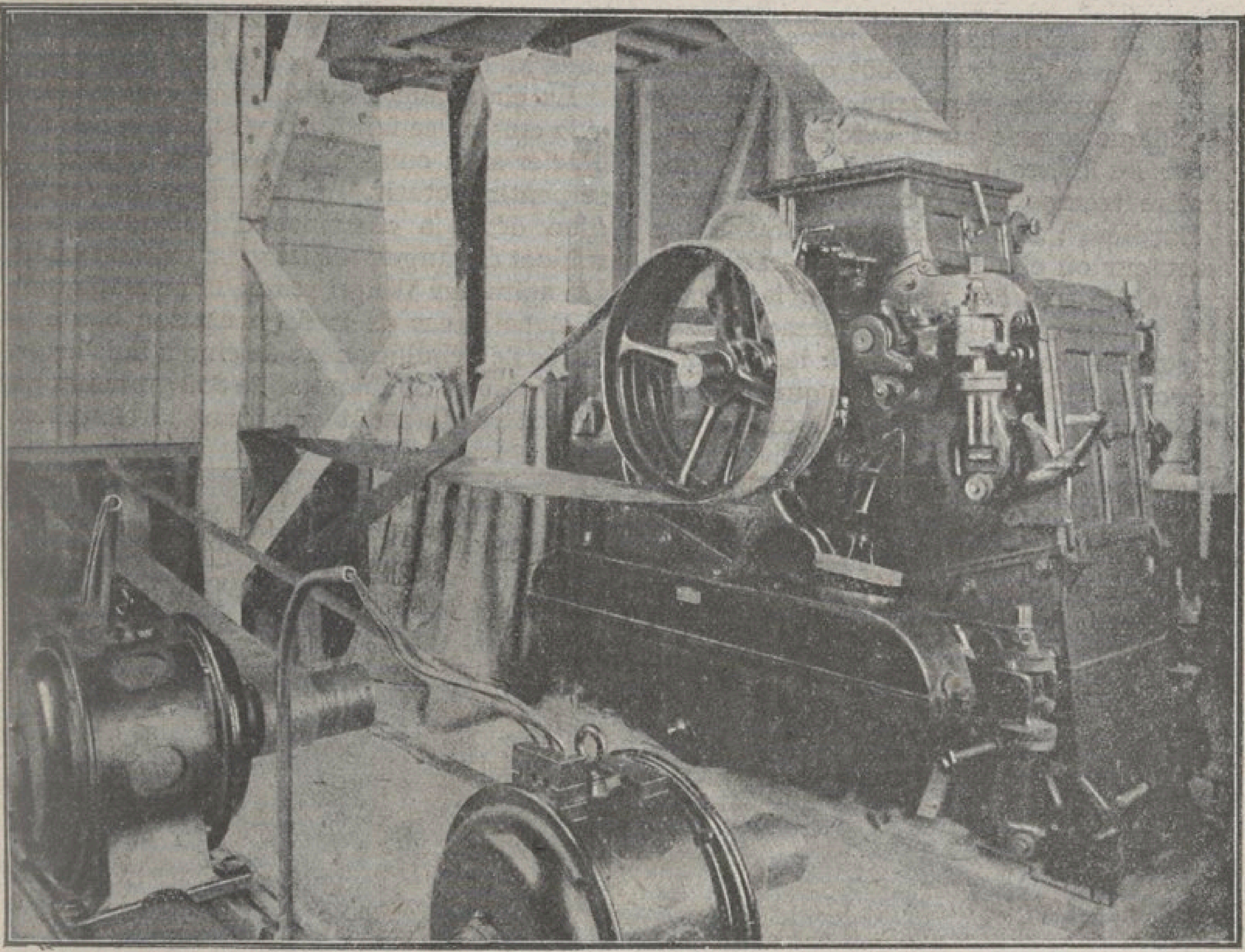
Le tambour Topf possède deux parois perforées et l'air extérieur pénètre au sein du cylindre. De temps en temps, un ventilateur y renouvelle l'air et on injecte en même temps de l'eau finement pulvérisée.

L'orge, retirée du germoir dès que les radicelles ont atteint une longueur égale à une

fois et demie celle du grain, est alors transportée dans une étuve appelée *touraille.*

C'est un bâtiment carré traversé par un ou plusieurs plateaux en fil d'acier. Les gaz chauds fournis par un calorifère, circulent dans la touraille à travers des tubes métalliques et s'échappent par une cheminée.

La température s'élève progressivement jusqu'à 80° ou 95°, selon la qualité du malt employé et la nature de la bière à obtenir.



SALLE DES APPAREILS DITS PRÉPARATOIRES DE LA BRASSERIE

*Le malt subit le nettoyage et le polissage avant d'être amené par des élévateurs dans la trémie d'un concasseur à plusieurs passages.*

Les couches de grain, d'épaisseur variable, disposées sur les plateaux, sont remuées par un retourneur mécanique animé d'un mouvement de rotation autour de son axe et d'un mouvement de translation le long d'une plate-forme. Dans l'appareil dit touraille, le malt doit abandonner environ 40 % d'eau.

Les brasseries actuelles sont construites sur un modèle pratique dit « en cascade ».

Les bâtiments d'autrefois, par leur grande superficie, rendaient les manutentions très pénibles. Grâce à la disposition en hauteur des salles de brasseries actuelles, on applique au transport des matières le principe de la gravité en utilisant de simples différences de niveau. On trouve successivement, de haut en bas, le concasseur, le macérateur, la cuve à filtrer, la chaudière à cuire, les caves de fermentation et les caves de garde, où la bière est mise en réserve.

La préparation du liquide sucré susceptible de fermenter, appelé *moût,* constitue l'opération proprement dite du brassage.

Le malt est préalablement réduit en une farine grossière au moyen d'un concasseur à plusieurs passages, analogue à ceux qu'emploient la plupart des minotiers.

On procède alors à l'empâtage de la farine de malt, qui tombe d'une trémie dans une grande cuve de tôle ou de fonte appelée *macérateur*. La masse est brassée par un agitateur à bras hélicoïdaux ou *vagueur*. Il existe de nombreux procédés permettant de réaliser la saccharification du moût, mais, en fait, ils se ramènent à deux méthodes principales : qui sont l'*infusion* et la *décoction*

Le procédé d'infusion consiste à élever progressivement la température du mélange

jusqu'à 75°, par des additions successives et soigneusement dosées d'eau bouillante.

La saccharification par infusion est utilisée pour les bières de fermentation haute, et elle présente de nombreuses variantes.

La décoction, ou procédé bavarois, comporte trois trempes. La première porte à 70° un tiers de la masse totale. Après une ébullition d'une demi-heure environ, on renvoie la portion traitée au macérateur et on opère ainsi jusqu'à la troisième trempe, après laquelle on met le bassin en perce. Le malt est lavé avec une eau à 90° que distribue avec une parfaite régularité un tourniquet hydraulique appelé aussi «croix écossaise».

Pour les bières brunes, on prélève une première trempe très épaisse qu'on envoie en chaudière ; une portion est ramenée au macérateur où elle élève la température du bassin à 50°. On fait revenir sur la trempe restée en chaudière une deuxième portion qu'on amène très rapidement à la température voulue. Et l'opération se poursuit.

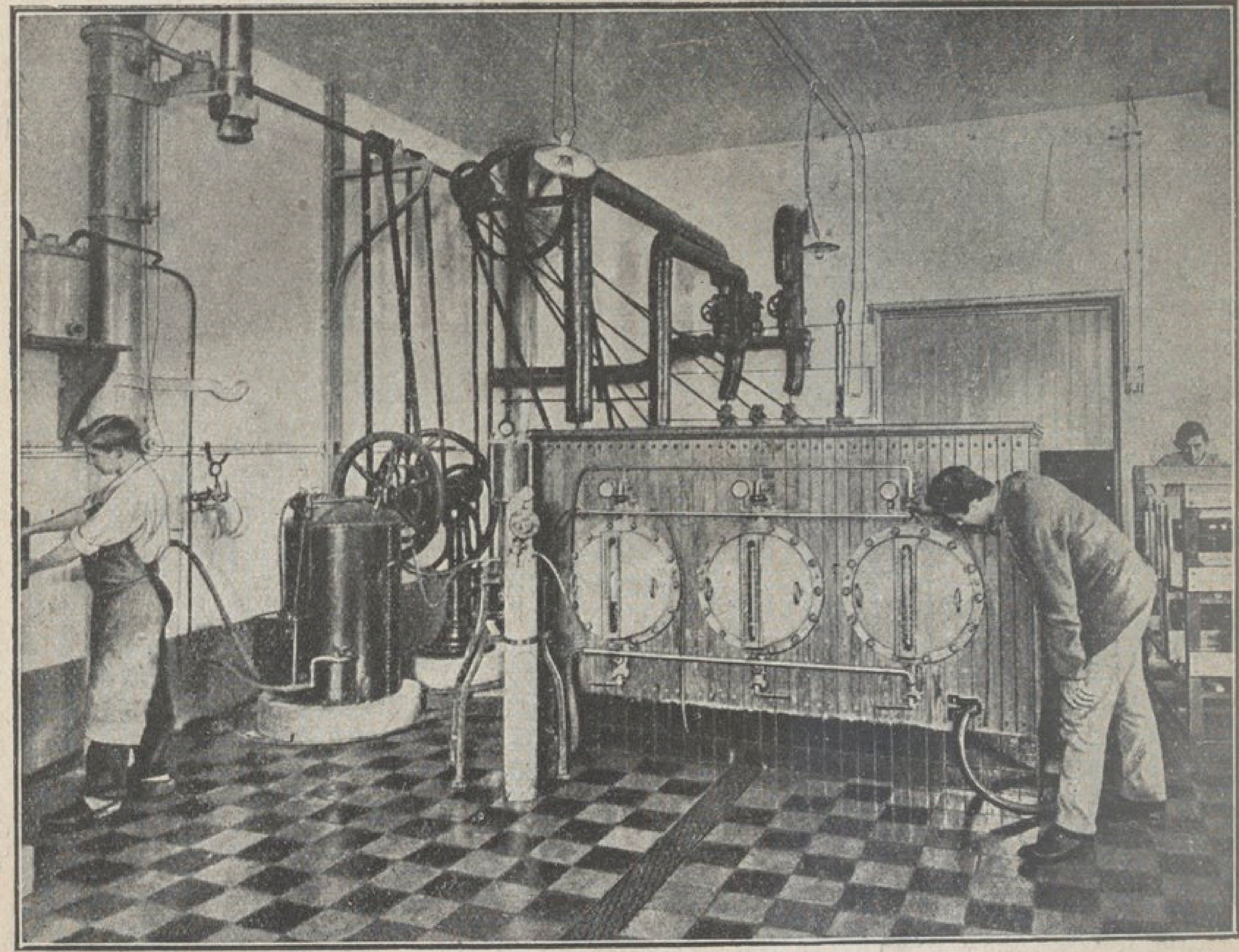
On obtient ainsi le *moût*, liquide sucré et coloré, base de la bière et un sous-produit solide auquel on donne le nom de *drèches* et qui est employé pour nourrir les bestiaux.

Dans les brasseries modernes, trois appareils sont indifféremment et couramment employés pour filtrer le moût : la cuve-filtre, le filtre-presse et le filtre à moût.

Le moût filtré subit la cuisson et le houblonnage avant de fermenter. L'action du houblon sur le moût est des plus importantes car il clarifie ce dernier liquide en précipitant ses matières azotées tout en le stérilisant et en lui donnant de l'arôme et de la couleur.

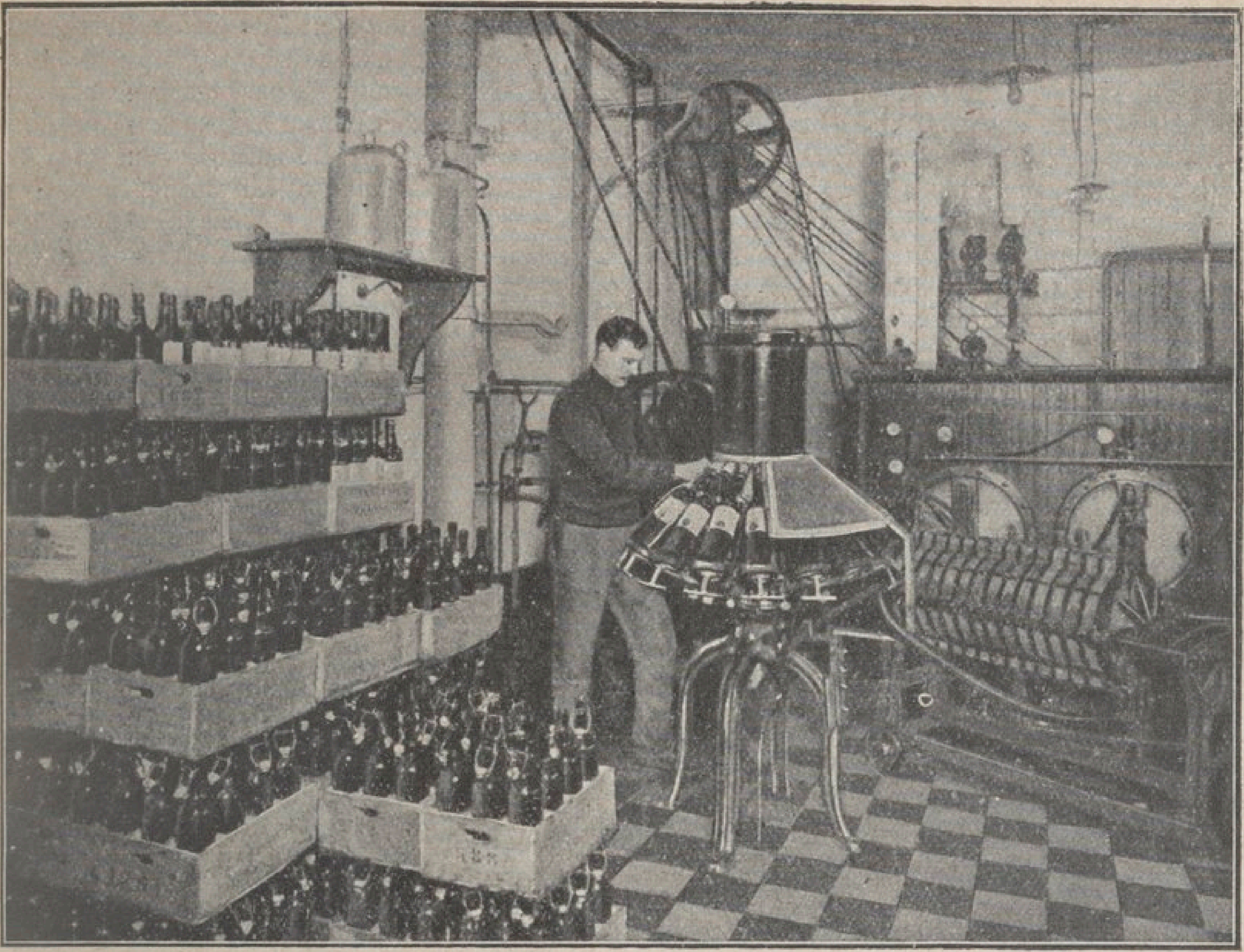
La chaudière à cuire est en cuivre rouge si la cuisson se fait à feu vif ; elle est en tôle d'acier si la cuisson se fait à la vapeur par serpentin rotatif. La chaudière est coiffée d'un dôme à cheminée d'évacuation avec robinet de purge pour les vapeurs condensées. Un agitateur Weigel remue la masse liquide.

Dans le cas de la fermentation haute, la durée de l'ébullition est de cinq à huit heures et la dose de houblon est de 350 grammes par hectolitre de moût mis dans la chaudière.



APPAREIL SPÉCIAL A DÉGLUTINER LA BIÈRE OU « CHILLING »

*Avant de soutirer la bière en canettes pour sa mise en vente, on la refroidit à — 3° et on la sature suffisamment d'acide carbonique sous pression.*



LE REMPLISSAGE AUTOMATIQUE DES CANETTES DE BIÈRE

*Une bande transporteuse amène les canettes rincées à la soutireuse où un ouvrier les remplit et les dirige ensuite vers la machine à étiqueter.*

En fermentation basse, 200 grammes de houblon suffisent et l'ébullition, quand l'opération est bien conduite, dure deux heures.

La fabrication des bières genre Pilsen, qui sont très peu colorées, exige 400 à 500 grammes de houblon doux de Bohême, mais l'ébullition est de courte durée.

Au sortir de la chaudière à cuire, le moût traverse un panier à houblon qui retient les folioles, les cônes et les résidus azotés.

Par quelques lavages à l'eau bouillante, on fait rendre en grande partie aux cônes de houblon le moût dont ils sont imprégnés.

Il s'agit à présent d'oxygéner le moût et de le refroidir. Il faut amener le bouillon houblonné à une température favorable à l'introduction des levures. Des pompes rotatives transvasent le liquide dans des bacs à grande superficie ; étalé en couches de faible épaisseur, le moût se refroidit lentement, s'oxyde, puis il finit par se clarifier.

La fermentation basse s'obtient en mélangeant 300 grammes de levure pressée par 100 litres de moût refroidi à 6° dans une grande cuve de tôle appelée *guilloire*. Au bout de vingt-quatre heures, un premier dépôt des matières en suspension s'étant opéré, le moût est transvasé dans des cuves de fermentation de grande capacité souvent capables de recevoir un brassin de 60.000 litres. La température est réglée par un serpentin où circule de l'eau à + 1°. Au bout de quatre jours, le travail de fermentation élève jusqu'à 10° la température, qui décroît les jours suivants jusqu'à 4° ou 5°.

A la surface du liquide, on observe une couche épaisse de mousses et de résines brunes qu'il faut enlever par écumage. Bientôt après se forme le « couvercle », constitué par une couche épaisse d'un à deux centimètres, qui isole complètement la bière du contact de l'air. L'apparition du couvercle marque généralement la fin de la fermentation.

La levure s'étant déposée au fond des cuves, on soutire la bière dans des foudres de bois de chêne ou de cyprès, installés dans des caves où règne une température constante de + 1° et où s'effectue la fermentation secondaire : les mousses engendrées par cette fermentation s'écoulent par les bondes.

Au bout de quelques jours, on ferme hermétiquement le foudre et on règle la pression d'acide carbonique au moyen d'un dispositif dont est munie la bonde.

La bière peut être filtrée au bout de six à huit semaines, mais les bières de garde doivent rester plus de trois mois en foudre.

Dans le cas de la fermentation haute, on délaie la levure haute ou levure superficielle dans le moût refroidi à 20° environ, à raison de 120 grammes à 250 grammes par hectolitre. Après avoir stationné peu de temps dans la cuve guilloire, le moût en levain est soutiré dans des fûts sous lesquels on dispose de baquets destinés à recueillir les mousses et les levures.

Ces mousses ou *purures* ne tardent pas à être entraînées par l'acide carbonique et elles s'écoulent par le trou des bondes.

On les reverse par deux fois dans les fûts, parce qu'elles contiennent une certaine proportion de la levure qu'il faut récupérer.

Dès que cette dernière cesse de se former, la fermentation peut être considérée comme terminée. On redresse alors les fûts et on procède à la clarification de la bière par collage.

L'addition au moût d'*idinglass* ou de lichen dans la chaudière à houblonner assure un collage définitif beaucoup moins important que le collage en fûts ou en cuves et la bière obtenue est remarquablement belle.

La *fermentation mixte* est utilisée dans certaines brasseries à fermentation haute pour obtenir des bières de toute première qualité. La température de fermentation est de 17° ; celle des caves est de 10° à 12°.

Beaucoup de grandes brasseries cherchent à rendre les bières hautes plus mousseuses et moins sensibles au froid. On applique à cet effet une méthode d'origine anglaise appelée Chilling : la bière traverse un faisceau tubulaire réfrigéré à — 1° et même à — 3°. Il y a précipitation immédiate des matières albuminoïdes en excès ; après le passage au filtre, comme en fermentation basse, la bière est saturée d'acide carbonique sous pression.

SALLE DE REMPLISSAGE DES FUTS DANS UNE GRANDE BRASSERIE

*Chez Guinness et Co., brasseurs à Dublin (Irlande), la bière fabriquée est amenée par des tuyauteries souterraines aux postes de remplissage, répartis sous un vaste hall. On peut ainsi remplir un nombre considérable de fûts par vingt-quatre heures.*

Après nettoyage et rinçage des bouteilles à bière ou canettes, à l'aide d'une rinceuse automatique, on procède au remplissage par contre-pression d'air ou d'acide carbonique, puis à la fermeture et à l'étiquetage. Un transporteur mécanique à courroie emporte les caisses de canettes vers le magasin.

Avec les appareils automatiques actuels, sept hommes suffisent pour rincer, remplir, fermer, étiqueter et mettre en caisse plus de 4.000 canettes de bière à l'heure.

AUGUSTE GALLERAND.

# QUELQUES TYPES DE TURBINES A GAZ

Par Paul FOUSSARY

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

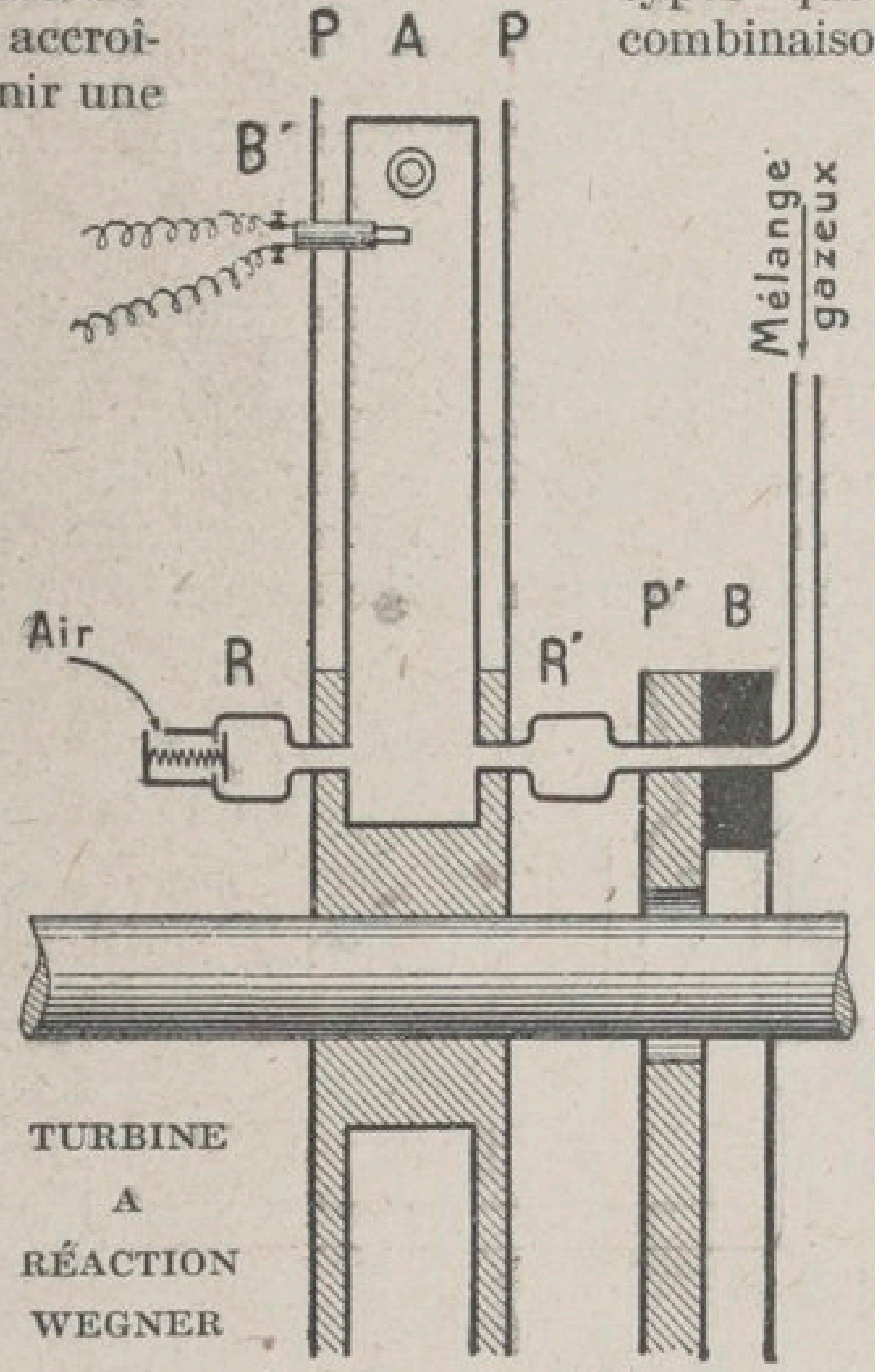
Le moteur, quel que soit l'usage auquel il est destiné, tend chaque jour à devenir plus léger (diminution de poids par cheval) et, de plus, a une tendance marquée à se rapprocher — comme conditions de fonctionnement — du moteur électrique.

Il est certain que le problème, malgré tous les perfectionnements réalisés, demeure complexe, car il faut accroître le travail que peut fournir une « cylindrée » de capacité donnée et diminuer, en outre, la masse trop pesante de ce moteur.

Il faut reconnaître que, dans l'état actuel de l'industrie, c'est pour la réduction de la masse que les plus beaux résultats ont été obtenus, j'entends par là au point de vue de la diminution du poids par cheval. Pour diminuer la masse, il y avait tout lieu de penser que la meilleure méthode à employer résiderait dans un agencement spécial des organes moteurs. Comme l'écrivait il y a quelques années M. Lumet, cette voie a été tracée, grâce à la construction et aux perfectionnements des moteurs rotatifs. Allons plus loin encore : il y a intérêt, nous le savons, à réaliser, dans les moteurs, l'impulsion continue et non « l'impulsion à coups de poing »; d'autre part, l'agencement spécial des organes du moteur constitue un progrès certain. Cette double considération nous conduit naturellement à la turbine à gaz, à combustion continue ou discontinue. C'est là qu'est le progrès.

MM. Lumet et Ventoux-Duclaux, qui sont des experts en la matière, ont dit, en son temps, tout le parti que l'on pouvait tirer des turbines à gaz. Je ne crois pas que les recherches de nos inventeurs de guerre se soient orientées dans cette voie. Et, pourtant, le chemin qui leur est tracé est gros de résultats pour l'avenir du moteur léger, dont l'utilité devient chaque jour plus grande.

La turbine à gaz, telle qu'elle a été conçue par quelques inventeurs, suivant différents types que nous décrirons, est une combinaison de la turbine à vapeur et du moteur à gaz. Disons donc d'abord quelques mots des différents types de moteurs connus.




TURBINE A RÉACTION WEGNER

A, *tube cylindrique (ces tubes sont au nombre de quatre)* ; PP, *plateaux circulaires* ; RR', *réservoirs dont l'un*, R, *destiné à l'admission de l'air, est muni d'un clapet* (R' *est prolongé par un tube s'engageant dans le plateau* P' *tournant avec l'ensemble)* ; B, *pièce fixe formant distributeur* ; B', *bougies d'allumage.*

*Dans les moteurs à quatre temps*, le fonctionnement est le suivant : au premier temps, le piston, étant supposé au haut de sa course, se trouve entraîné par le volant et crée derrière lui un vide relatif ; le ressort de la soupape d'aspiration s'ouvre et laisse entrer dans le cylindre une certaine quantité du mélange gazeux (air et vapeur du combustible) : c'est l'aspiration.

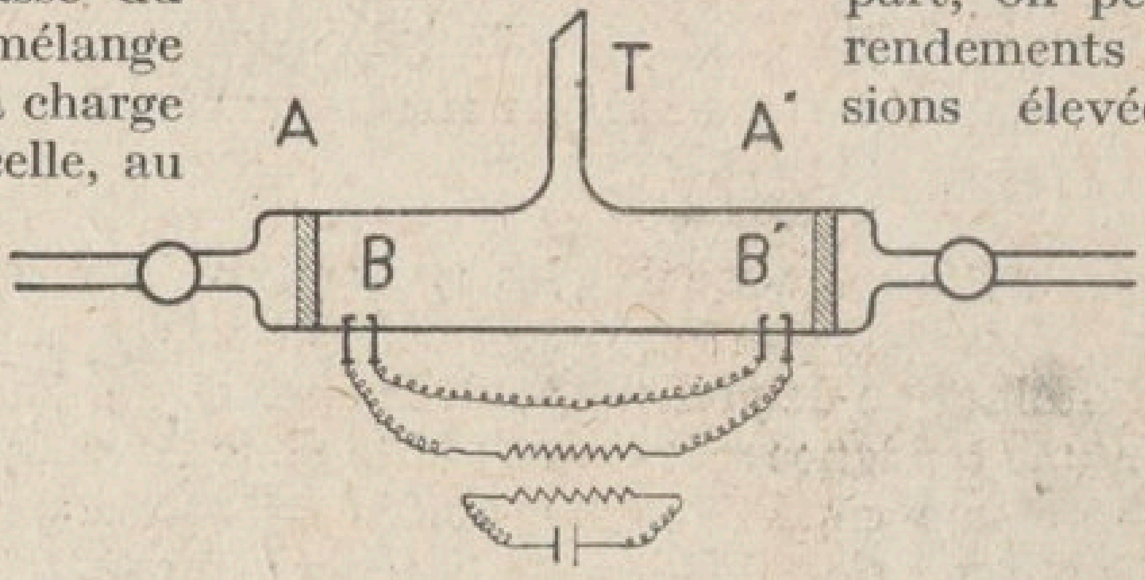
Au deuxième temps, le piston étant arrivé au bas de sa course, remonte et comprime, dans le fond du cylindre, le mélange gazeux ; les molécules du combustible et du comburant sont ainsi rapprochées et l'explosion se trouve préparée de ce fait : c'est la compression. Au troisième temps, au cours de la compression, une étincelle éclate au fond du cylindre et produit l'explosion. Le piston est alors lancé et l'énergie ainsi mise en jeu se trouve emmagasinée par le volant du moteur.

Au quatrième temps, le piston remonte dans le cylindre et chasse devant lui les gaz brûlés, qui s'échappent à l'air libre, la soupape d'échappement ayant été ouverte : c'est la période d'échappement. L'arbre

moteur a donc accompli deux tours et le moteur a « parcouru son cycle ». Seul le troisième temps a produit du travail.

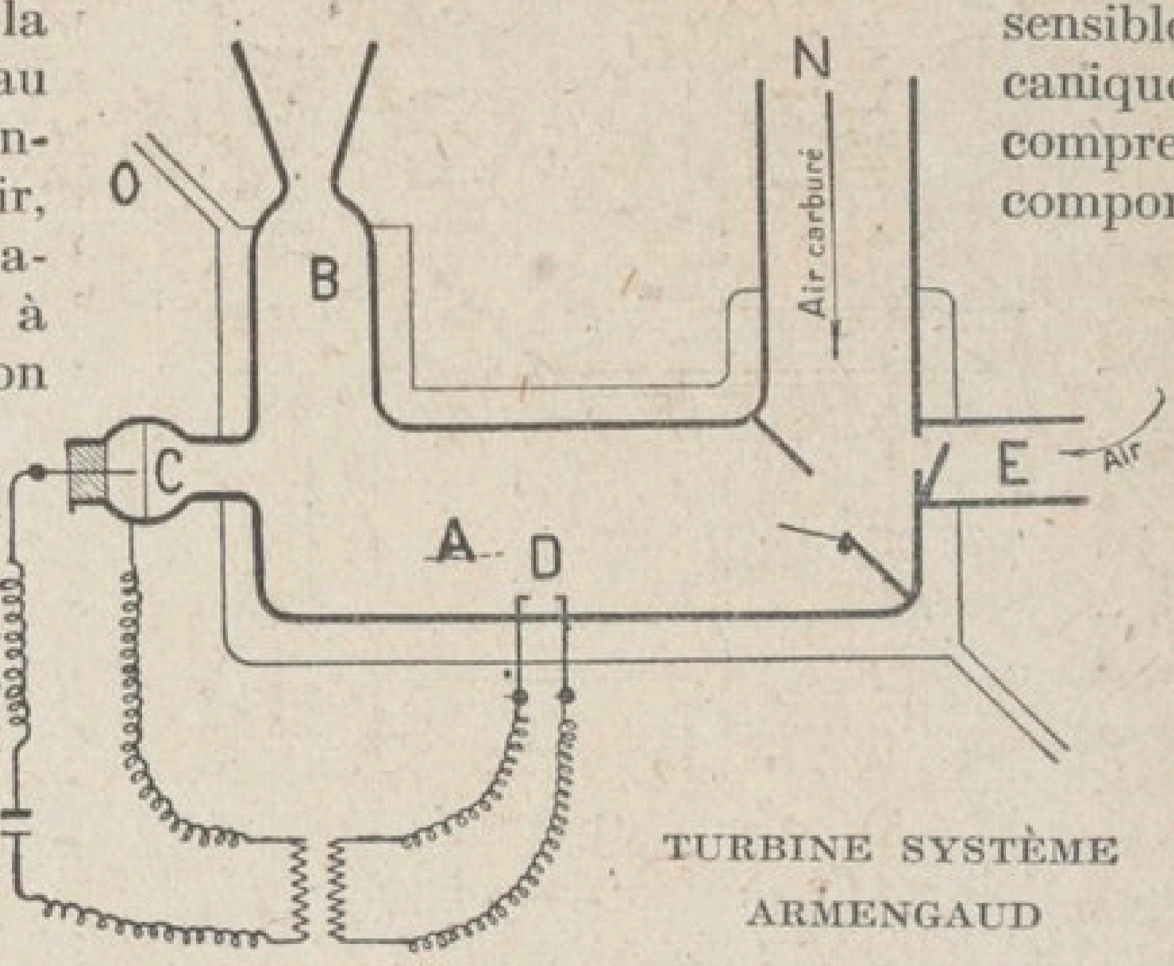
*Dans les moteurs à deux temps:* au premier, en supposant la culasse du cylindre remplie de mélange gazeux comprimé et la charge allumée par une étincelle, au moment où le piston se trouve en haut de sa course, celui-ci descend dans le cylindre et comprime une nouvelle quantité de mélange gazeux. Au deuxième temps, le piston remonte, les gaz brûlés sont évacués à l'air et le mélange gazeux rentre en même temps à la partie supérieure du cylindre, balayant ainsi les dernières traces de gaz brûlés. Quand le piston est revenu en haut de sa course, le cycle a été entièrement parcouru et l'arbre moteur n'a effectué qu'un seul tour.

Dans le moteur Diesel, récemment venu, voici en quelques mots la technique réalisée : au premier temps, le cylindre étant rempli d'air, on le comprime adiabatiquement de manière à lui donner une pression de 35 kilos environ par centimètre carré à une température de 600°. On injecte, au deuxième temps, dans le cylindre, un combustible liquide qui, sous l'influence de la chaleur et de l'oxygène de l'air sous pression, entre en combustion. Le combustible est introduit de telle manière que la température reste constante au fur et à mesure du déplacement du piston et de la combustion. Au troisième temps, le piston étant au bout de sa course, une soupape s'ouvre et les gaz de la combustion s'échappent; à la quatrième phase, le piston revient automatiquement à sa position première et le cylindre se remplit aussitôt d'air pur.




TURBINE A RÉACTION R. ESNAULT-PELTERIE

*Cette turbine a l'avantage d'une vitesse d'écoulement pratiquement constante. Dans le cylindre constituant la chambre d'explosion se trouvent deux clefs d'un modèle spécial* A *et* A'. — B *et* B', *bougies d'allumage ;* T, *tuyère.*




TURBINE SYSTÈME ARMENGAUD

A, *chambre d'explosion entourée d'une circulation d'eau ;* B, *tuyère par où s'écoulent les gaz brûlés pour aller agir sur les aubes d'une roue ;* C, *obturateur métallique formant, par sa déformation, un circuit primaire et provoquant l'éclatement d'une étincelle en* D ; E, *clapet ;* N, *tubulure d'admission de l'air carburé ;* O, *cheminée de circulation d'eau.*

Dans les cycles, que nous venons d'examiner, nous avons supposé que les gaz de combustion étaient, en fin de compte, ramenés à la pression atmosphérique. D'autre part, on peut obtenir les mêmes rendements en utilisant des pressions élevées ou des pressions moindres, à condition que le rapport des pressions extrêmes soit le même. Il y a donc intérêt à produire un échappement à pression réduite. Il faut, pour être complet, citer quelques autres cycles dont nous énumérerons simplement les techniques : les cycles à récupération de chaleur, dans lesquels une partie de la chaleur, entraînée par les gaz d'échappement, est employée à réchauffer le mélange gazeux se rendant à la chambre de combustion : on obtient, par ce moyen, une amélioration du rendement thermique, sans apporter une modification sensible au rendement mécanique ni à l'importance du compresseur. Certains cycles comportent enfin une injection d'eau ou de vapeur d'eau ; cette injection peut être faite soit dans la chambre de combustion même, soit en avant de la tuyère dite de détente.

Il faut, finalement, citer les cycles dans lesquels on injecte des gaz froids après la détente. Ce procédé, d'ailleurs, n'offrirait des avantages que si les gaz étaient injectés à une vitesse au moins égale à celle des gaz chauds ; sinon, on ferait perdre à ces derniers une partie importante de leur énergie cinétique.

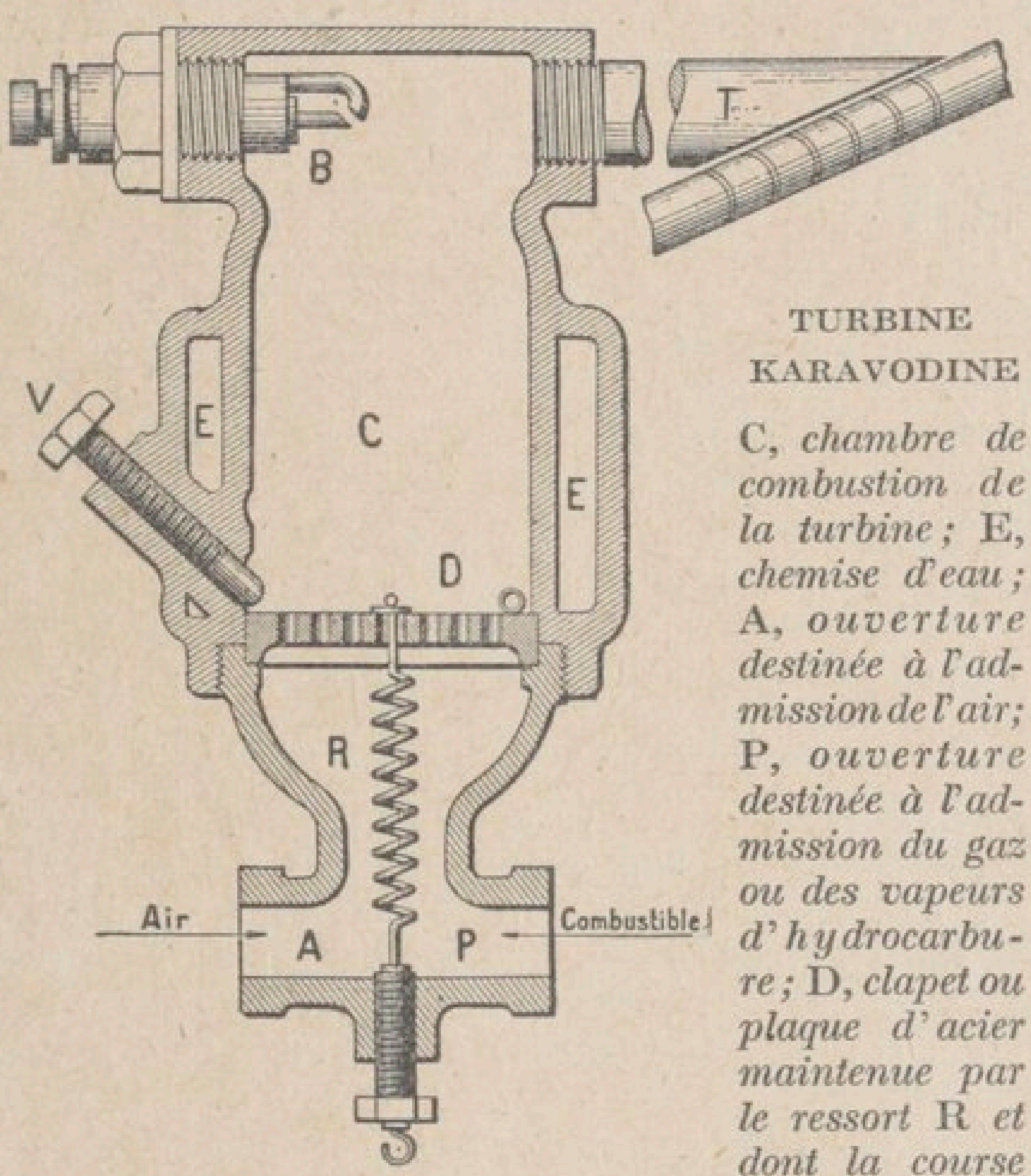
D'après ce court exposé rétrospectif, qu'il semblait utile de faire, avant de traiter la question des turbines, on peut indiquer, toutes réserves faites pour les inventions futures, que le cycle à combustion isobarique

des moteurs Diesel apparaît comme devant être le plus avantageux pour les turbines à gaz. Il y aurait même intérêt, dans ce cycle, à provoquer l'échappement à pression réduite et l'on faciliterait ainsi de beaucoup l'application des compresseurs multicellulaires.

D'ailleurs, pour les turbines à gaz, comme pour les turbines à vapeur, il y aurait lieu d'établir une distinction complète entre les turbines à action et les turbines à réaction.

Dans les premières, le fluide sera complètement détendu avant d'arriver au contact des aubes ; ce fluide agit sur les aubes, lorsqu'il a atteint sa plus grande vitesse, et, dans ce cas, il opère exactement à la façon de l'eau dans une turbine hydraulique.

Dans les turbines à réaction, l'énergie cinétique se trouve utilisée au moment même de sa production. Dans ce cas, le fluide n'atteint jamais d'aussi grandes vitesses que dans les turbines à action. On est alors obligé d'utiliser tout un système de roues pour recueillir le travail, car il faut que la détente s'effectue entièrement dans la turbine elle-même.




TURBINE KARAVODINE

C, *chambre de combustion de la turbine;* E, *chemise d'eau;* A, *ouverture destinée à l'admission de l'air;* P, *ouverture destinée à l'admission du gaz ou des vapeurs d'hydrocarbure;* D, *clapet ou plaque d'acier maintenue par le ressort* R *et dont la course est limitée par la vis* V; B, *bougie produisant l'allumage au moment du départ;* T, *tuyère.*

Sans vouloir faire une théorie des turbines à gaz, à combustion discontinue, nous nous contenterons de donner ici la description de quelques-uns de ces curieux appareils réalisés dans ces dernières années.

Il est certain que la turbine à combustion discontinue a beaucoup plus tenté les chercheurs et les inventeurs que la turbine à combustion continue, et ceci par rapprochement direct avec le moteur à explosions.

Dans ce premier genre de turbines, nous distinguerons les particularités principales :

1° Les appareils dans lesquels le mélange gazeux employé pour la marche n'est pas comprimé avant chaque combustion ;

2° Les appareils dans lesquels, au contraire, le mélange gazeux est comprimé énergiquement avant chaque combustion.

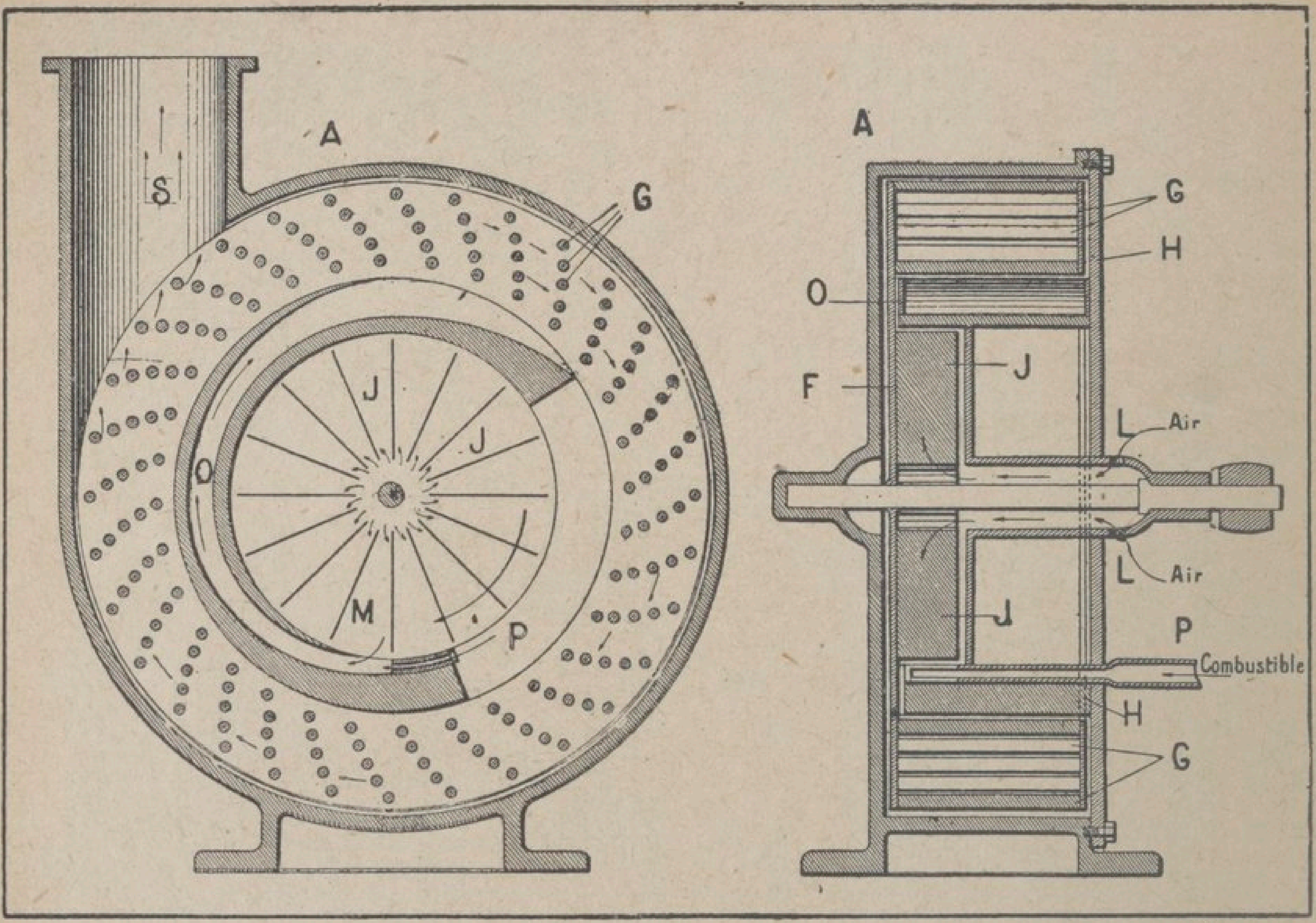
La turbine Wegner (fig. p. 527), qui est une turbine à réaction, est constituée, en principe, par quatre tubes cylindriques qui sont assemblés en croix dans un moyeu. Les tubes sont compris entre deux plateaux circulaires qui portent, vers leurs bases, et de chaque côté des plateaux, des réservoirs, dont l'un, destiné à l'admission de l'air, est muni d'un clapet. L'autre réservoir est prolongé par un tube qui s'engage dans un second plateau tournant avec l'ensemble, plateau frottant contre une pièce fixe, servant de distributeur.

Ce second plateau porte quatre ouvertures, qui, par rotation, viennent passer devant une gouttière communiquant avec le tube d'arrivée du mélange gazeux. L'allumage est produit par des bougies reliées à un distributeur de courant approprié.

Chacun des tubes est muni d'un tuyau, et les quatre tuyères dont on voit les embouchures sur le dessin, sont dirigées dans le même sens. Le fonctionnement de cette turbine est aisé à concevoir. Supposons que l'un des tubes soit rempli de mélange gazeux : l'étincelle éclate, l'explosion chasse les gaz brûlés par la tuyère, et l'écoulement du fluide produit une rotation de l'ensemble, en sens inverse. La dépression, qui succède à l'écoulement brutal des gaz brûlés, aspire alors une certaine quantité d'air à travers le réservoir ; cet air balayera les gaz brûlés et nous aurons au total quatre explosions à chaque tour.

Un autre modèle de turbine comprend à la périphérie des aubages et une série de compartiments clos. L'anneau central se trouve percé d'ouvertures qui permettent au mélange gazeux de pénétrer, à l'instant voulu, à travers des valves dans les chambres d'explosions (v. la fig. au bas de la page 531).

Les valves fonctionnent, en somme, comme des injecteurs. Les jets d'air entraînent une certaine quantité de combustible contenu dans les espaces aménagés à cet effet et le mélange gazeux est introduit dans les chambres d'explosions. L'allumage se produit, le rotor continue à tourner, il




AUTRE MODÈLE DE TURBINE A GAZ DU SYSTÈME KARAVODINE

F, *disque fixé à l'axe de la turbine ;* G, *tiges rivées à la circonférence de la turbine ;* H, *disque de la turbine ;* J, *ailettes formant ventilateurs et aspirant l'air par les orifices* L ; A, *enveloppe. (L'air comprimé par la force centrifuge est rejeté vers l'ouverture* M *dans laquelle vient déboucher le canal* P *amenant un combustible liquide.)* O, *espace dont la section va en croissant où brûle le mélange allumé. Pendant la combustion, les gaz augmentent de volume et viennent agir sur les tiges* G ; *ils perdent graduellement leur vitesse et arrivent à la sortie* S *avec la vitesse des tiges* G.

découvre les chambres, dont le contenu se déverse automatiquement dans les aubes.

Le refroidissement est assuré, pour cet appareil, par une circulation d'eau ménagée entre les chambres de combustion. On comprend que la question de refroidissement soit particulièrement importante dans cette turbine, à cause de la surface frottante, qui est considérable et s'échauffe rapidement.

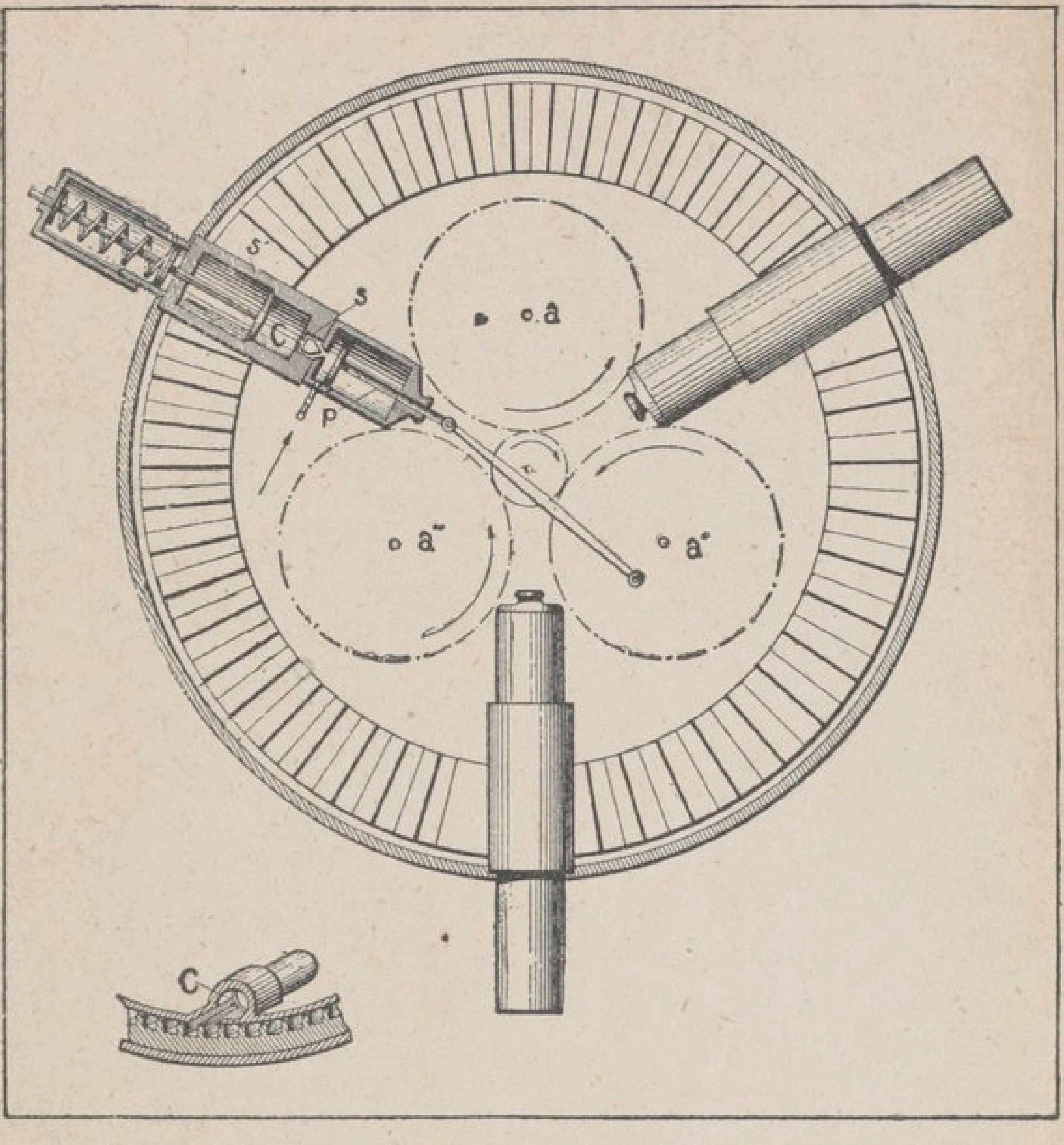
M. Robert Esnault-Pelterie a imaginé également une turbine à gaz (fig. page 528), qui offre l'avantage d'une vitesse d'écoulement presque constante. La chambre d'explosions de la turbine est composée d'un cylindre portant à ses extrémités deux rétrécissements, aboutissant chacun à un carburateur. Dans ce cylindre se trouvent deux clapets d'un modèle particulier et deux bougies d'allumage ; une tuyère est adaptée à ce cylindre. Supposons alors qu'au moyen d'une pompe, on fasse pénétrer, par une des extrémités de la chambre, une certaine quantité d'air carburé, et que l'on fasse jaillir une étincelle du côté correspondant. L'onde explosive, qui se produira, se propagera dans la chambre avec la vitesse du son. Cette explosion comprimera momentanément l'air contenu dans cette chambre, et il s'en suivra immédiatement une dépression du côté où a lieu l'explosion. Cette dépression provoquera l'admission d'une nouvelle quantité de mélange gazeux ; les admissions vont donc alterner avec les compressions et les explosions. En somme, il se produira, dans cette chambre, le même phénomène que dans un tuyau sonore dont l'air serait en vibration : il existera un maximum de vibrations au milieu et un minimum à chacune des extrémités. On conçoit aisément qu'il en résultera un écoulement à une vitesse pratiquement constante dans la tuyère.

Je ne veux pas insister sur le détail du piston formant tiroir devant l'orifice de la tuyère, ni même sur la soupape à liaison vibrante, qui est destinée à produire automatiquement l'allumage du mélange gazeux.

Cette turbine, établie et mise au point, il y a une huitaine d'années, semble être particulièrement ingénieuse et pratique.

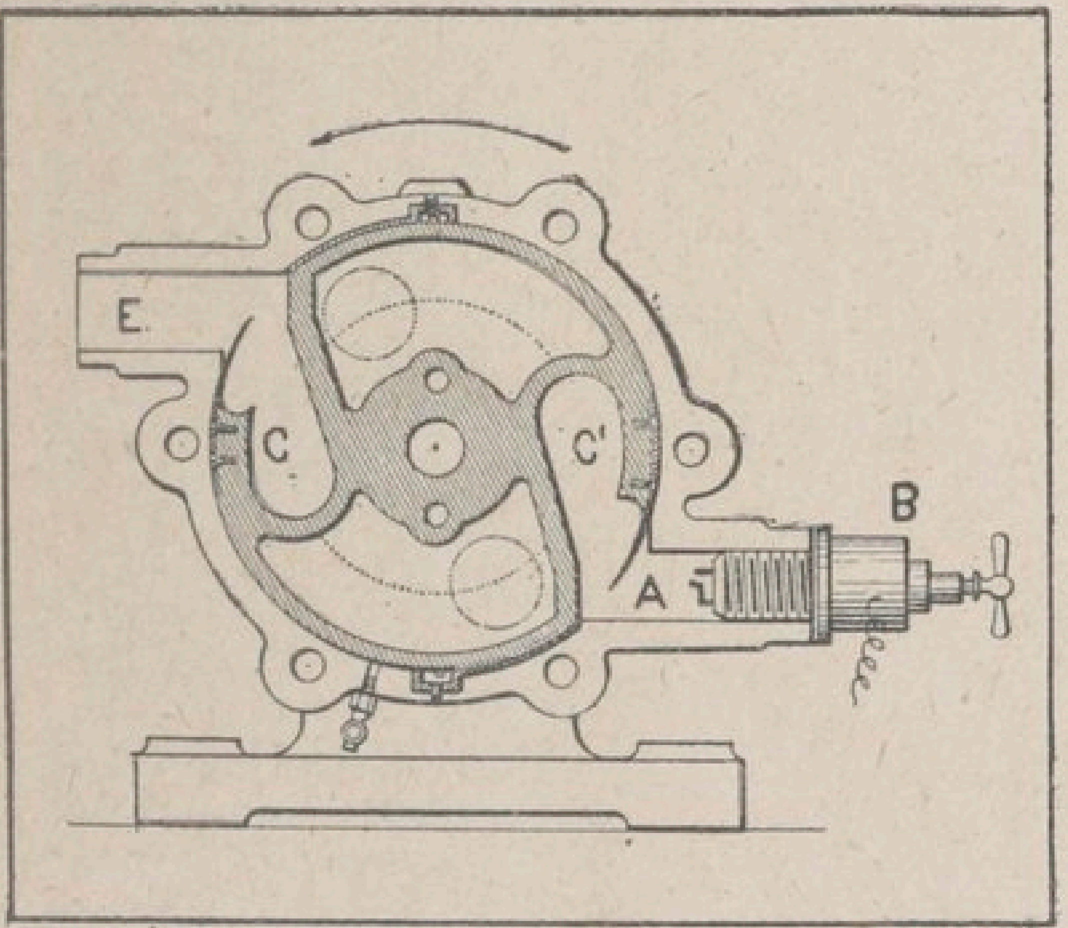
Dans la turbine Armengaud (fig. page 528), la chambre d'explosion est entourée d'une chemise de circulation d'eau. Une tuyère, adaptée à cette chambre, permet l'écoulement des gaz brûlés qui agiront sur les aubes d'une roue. Un obturateur métallique peut, par sa déformation, fermer un circuit primaire provoquant l'éclatement de l'étincelle électrique.

Supposons que le clapet soit fermé, que l'on envoie le mélange gazeux dans la chambre, et que ce gaz soit enflammé au moyen d'une étincelle. La dilatation, qui fait suite à l'explosion et à l'écoulement des gaz par la tuyère, crée une dépression qui aura pour conséquence une nouvelle admission d'air carburé par la tubulure. Au bout de quelques minutes, la partie inférieure de la tuyère, qui n'est pas refroidie par l'eau de circulation, se trouvera portée au rouge. Le courant est intense à cet instant là ; l'air extérieur, si on ouvre le clapet, entrera de préférence par ce passage, rencontrant en effet moins de résistance que s'il pénétrait par le carburateur. Cet air arrive à la tuyère portée au rouge, se dilate brusquement et exerce sur le mélange gazeux remplissant la chambre à explosion une compression qui se traduit par une déformation du diaphragme; d'où étincelle et explosion. Les mêmes phénomènes se reproduisent pendant la durée de la marche, et l'écoulement des gaz brûlés s'effectue par la tuyère.




TURBINE A GAZ SYSTÈME FASBENDER

a, a', a'', *roues excentriques entraînées par l'axe de la roue à aubes et actionnant trois petites bielles;* P, *piston manœuvré par les bielles dans un cylindre;* C, *chambre où se produit l'explosion;* S, *soupape;* S', *soupape permettant une compression déterminée.*




AUTRE MODÈLE DE TURBINE A RÉACTION

C C', *chambres aménagées dans le rotor;* A, *tube;* B, *bougie d'allumage;* E, *conduite d'échappement.*

Dans un autre dispositif, la chambre à combustion continue est divisée en deux chambres-compartiments qui sont mises en communication avec un carburateur unique. On peut, par un dispositif spécial qu'il serait beaucoup trop long de décrire, obtenir des explosions dans les deux chambres.

Avant de quitter ce premier chapitre, il faut citer une autre turbine de Karavodine, dont la chambre de combustion est en fonte entourée d'une chemise d'eau dans sa partie médiane ; la partie supérieure n'est

pas refroidie afin d'obtenir l'auto-allumage. A la partie inférieure de la chambre se trouvent deux ouvertures, l'une destinée à l'admission de l'air, l'autre à celle du combustible, qui est constitué par des gaz ou des vapeurs d'hydrocarbures. L'ouverture destinée à l'arrivée de l'air étant fermée, les gaz sont introduits et comprimés dans la chambre, puis enflammés par le moyen d'une bougie d'allumage ordinaire. La première explosion, qui est suivie de détente, produit une dépression qui a pour effet de remplir à nouveau la chambre de mélange gazeux. A ce moment, la partie supérieure de la chambre est portée au rouge et l'allumage s'effectue alors sans le secours de la bougie.

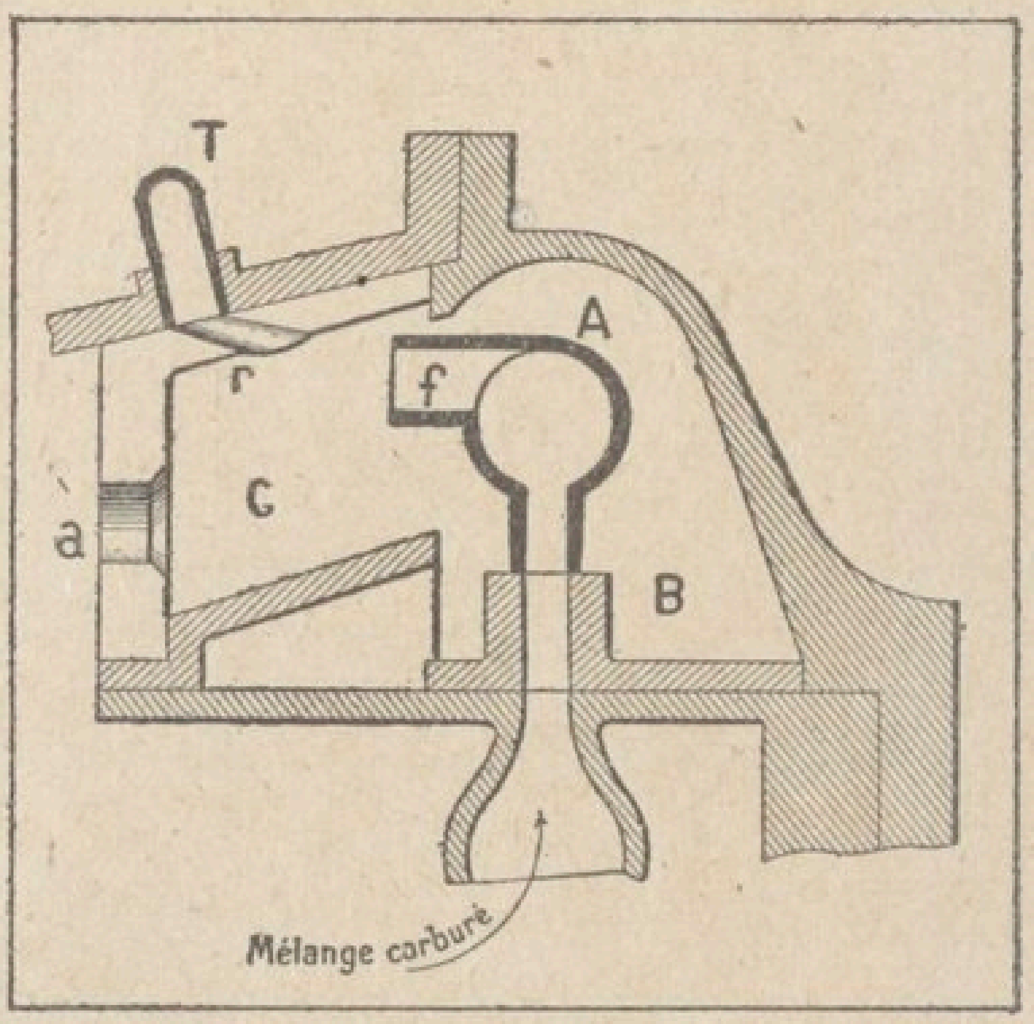
Les détonations, qui se succèdent, sont comparables à celles d'une mitrailleuse ; comme chaque explosion prépare la suivante, un seul raté entraîne l'arrêt de la turbine et il faut alors à nouveau comprimer du mélange gazeux pour remettre en marche. Cette turbine, très ingénieuse, consomme trop de combustible pour le travail produit, comparativement aux modèles précédemment décrits.

Dans tous les appareils que nous venons de passer en revue, il faut remarquer que les chambres à combustion discontinue ne sont pas fermées au moment de l'introduction du mélange gazeux.

Dans la turbine Fasbender, l'axe de la roue à aubes entraîne trois roues excentriques servant à actionner trois bielles de petites dimensions. Ces petites bielles font manœuvrer des pistons, dont le rôle est d'aspirer le mélange gazeux et de le refouler, à travers des soupapes, dans les chambres d'explosion. D'autres soupapes, appuyées sur leurs sièges par des ressorts, permettent une compression déterminée. Quand une soupape de la première catégorie est fermée, on allume les mélanges ; alors les gaz de l'explosion soulèvent une soupape de la seconde espèce et s'écoulent sur les aubes. L'appareil comprend trois chambres d'explosion disposées à 180° l'une de l'autre sur la roue à aubes.

Un autre modèle pratique de turbine à réaction se compose d'un rotor dans lequel sont ménagées deux chambres. Le mélange gazeux est introduit dans la chambre, quand elle occupe la position la plus basse. Lorsque, par la rotation, elle arrive dans la position représentée sur la figure, cette chambre se trouve être en communication avec le tube *A* et son contenu fait explosion au contact de l'étincelle produite par la bougie. L'échappement s'effectue très rapidement par la conduite d'échappement supérieure.

Quelques inventeurs ont étudié des chambres à combustion continue sans prévoir de dispositif de refroidissement ou de récupération ; dans les appareils de cette espèce, l'échappement des gaz brûlés se fait à l'air libre, après leur action sur les aubes. Dans l'un des modèles construits il y a une dizaine d'années (fig. ci-contre), le brûleur était constitué par un anneau percé d'un certain nombre de trous ou d'une fente circulaire. Ce brûleur était alimenté par deux petits secteurs du compresseur. La chambre annulaire qui entourait l'anneau recevait l'air comprimé produit par deux grands secteurs du même compresseur et la chambre de combustion était garnie intérieurement d'une matière réfractaire. L'allumage était produit au moyen d'un tube que l'on aperçoit à la paroi supérieure de la figure et que l'on porte à l'incandescence par un foyer auxiliaire ou encore au moyen de mousse de platine ou de fils de platine portés au rouge.

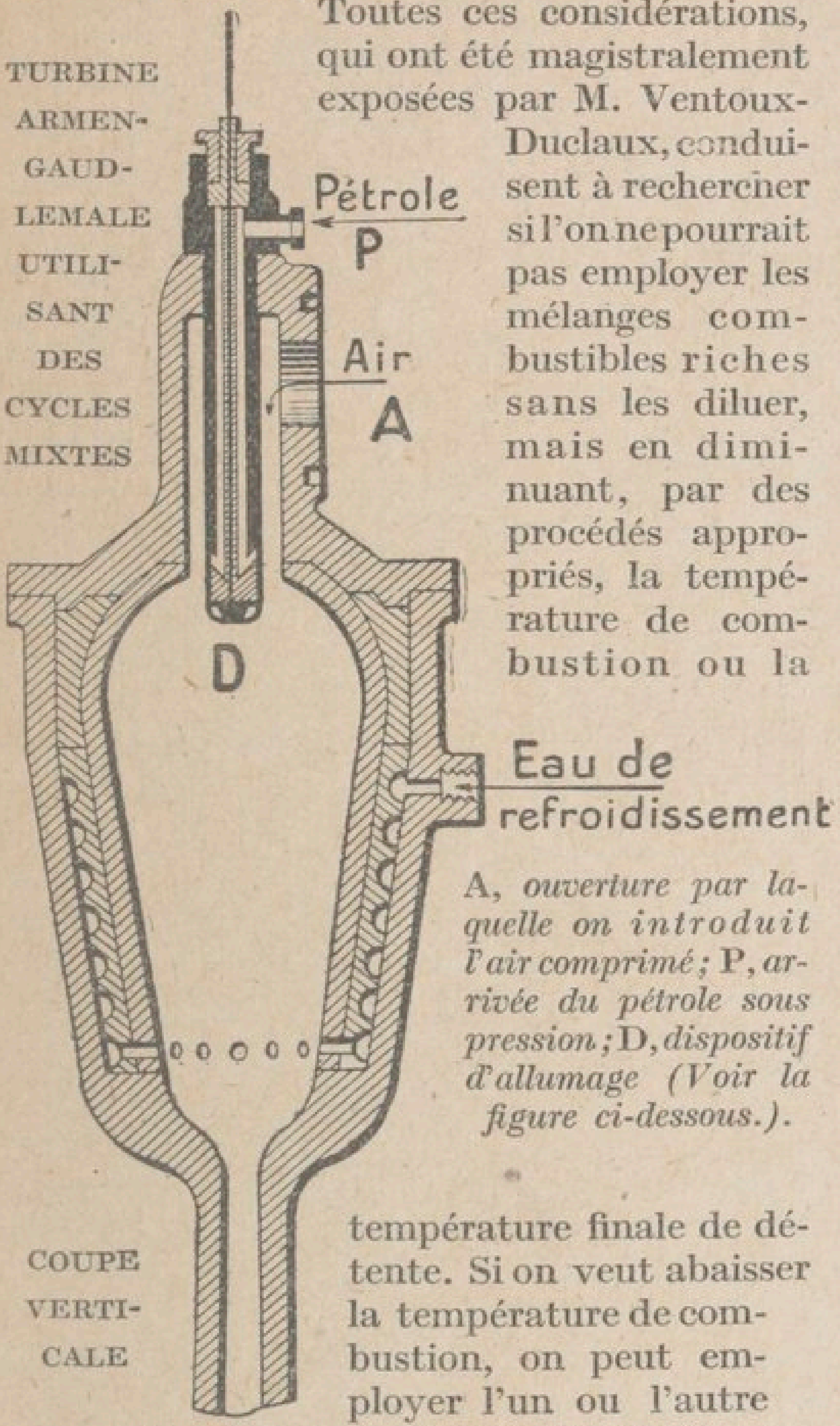



TURBINE ANNE D'ARBLET

A, *anneau percé d'un certain nombre de trous ou d'une fente* f *et constituant le brûleur;* B, *chambre annulaire recevant l'air comprimé;* C, *chambre de combustion garnie intérieurement d'une matière réfractaire* r ; a, *ajutage ;* T, *tube d'allumage porté à l'incandescence par un foyer auxiliaire.*

Il est bien certain que si, dans une machine à combustion interne, on veut obtenir un rendement satisfaisant, il faut diminuer le plus possible le travail de compression, car on ne doit pas oublier que ce travail est emprunté à la machine elle-même. Il y a donc intérêt à effectuer cette compression sur le plus petit volume de gaz possible. Or, il est évident que l'on ne peut introduire plus de 450 calories par kilogramme de gaz, tandis que certains mélanges combustibles fourniraient facilement de 550 à 600 calories.

Il faut donc diluer ces derniers et augmenter de 20 à 30 % la masse gazeuse à comprimer.




TURBINE ARMENGAUD-LEMALE UTILISANT DES CYCLES MIXTES

A, *ouverture par laquelle on introduit l'air comprimé;* P, *arrivée du pétrole sous pression;* D, *dispositif d'allumage (Voir la figure ci-dessous.).*

COUPE VERTICALE

Toutes ces considérations, qui ont été magistralement exposées par M. Ventoux-Duclaux, conduisent à rechercher si l'on ne pourrait pas employer les mélanges combustibles riches sans les diluer, mais en diminuant, par des procédés appropriés, la température de combustion ou la température finale de détente. Si on veut abaisser la température de combustion, on peut employer l'un ou l'autre des procédés suivants :

Refroidir extérieurement la chambre de combustion au moyen d'une circulation d'eau et évacuation rapide de cette eau ;

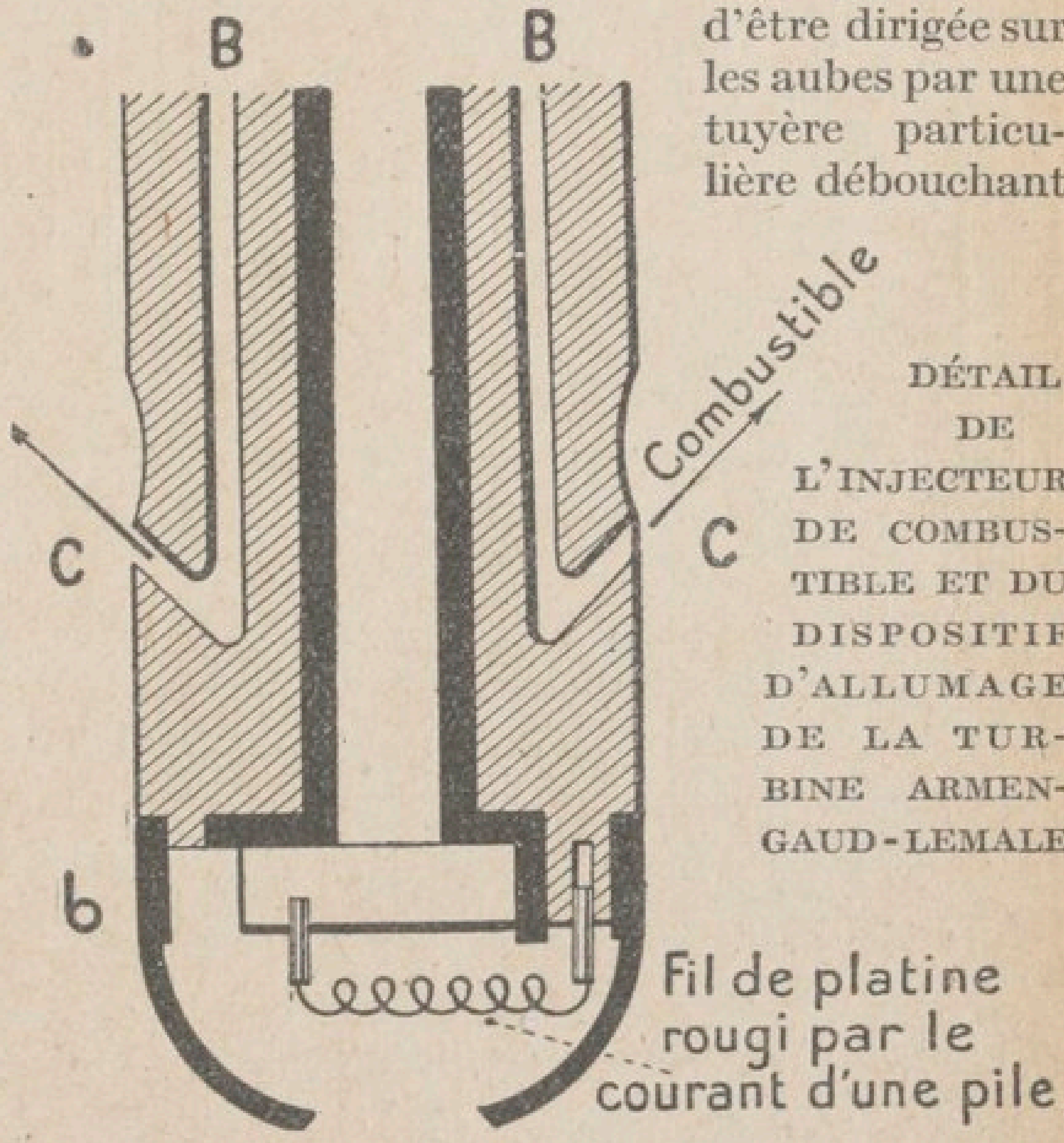
Refroidir extérieurement la chambre de combustion au moyen d'une circulation d'eau et utilisation de la vapeur formée soit dans une turbine spéciale, soit dans la même turbine (en l'injectant dans la chambre de combustion ou en la dirigeant, par des tuyères spéciales sur les aubes, ou bien encore en l'injectant vivement dans la tuyère de détente des gaz).

Si on veut obtenir un abaissement de la température des gaz, après la détente, on a recours à une injection d'eau, d'air comprimé ou, ce qui vaut mieux, de vapeur.

L'attention des inventeurs s'est surtout portée sur la question du refroidissement extérieur de la chambre de combustion au moyen d'une circulation d'eau et en utilisant la vapeur formée. L'utilisation de la vapeur d'eau dans une turbine spéciale n'a pas séduit les chercheurs ; par contre, l'utilisation de la vapeur dans la même turbine a donné lieu à de nombreuses applications dont nous allons citer les plus importantes faites dans ces derniers temps.

Dans un dispositif heureux imaginé par l'ingénieur Armengaud, la chambre de combustion est revêtue intérieurement de carborundum. L'intervalle entre ce revêtement et l'acier est rempli par un mélange d'amiante en poudre et de magnésie calcinée. Par une ouverture latérale, on introduit l'air comprimé et à la partie supérieure est vissé le pulvérisateur allumeur. Le pétrole arrive au sommet du pulvérisateur, descend par un canal annulaire, débouche dans la chambre par des conduites, qui lui donnent une direction inverse de celle du courant d'air comprimé ; par ce moyen, le mélange d'air et de pétrole s'effectue de façon intime. A la partie inférieure du pulvérisateur est produit l'allumage au moyen d'un fil de platine rendu incandescent par le courant d'un accumulateur (figures ci-contre et ci-dessous).

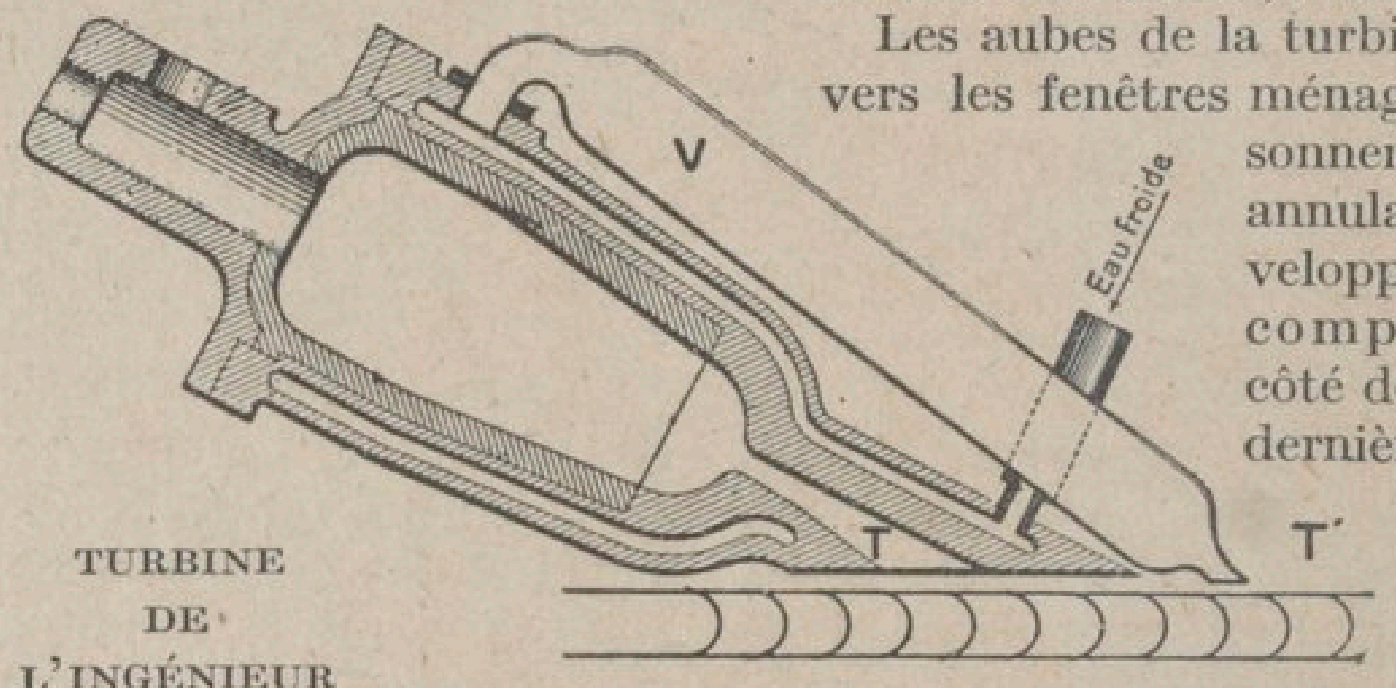
La canalisation de la vapeur dans des tuyères spéciales est mise en pratique dans la turbine de l'ingénieur Lemale (fig. page 534). L'eau froide est introduite dans la chemise entourant la chambre vers l'extrémité de la tuyère et remonte dans cette chemise, en sens inverse du courant gazeux, créant par ce procédé un refroidissement méthodique. La vapeur s'accumule dans un réservoir cylindrique avant d'être dirigée sur les aubes par une tuyère particulière débouchant




DÉTAIL DE L'INJECTEUR DE COMBUSTIBLE ET DU DISPOSITIF D'ALLUMAGE DE LA TURBINE ARMENGAUD-LEMALE

B, *canal annulaire par où descend le pétrole;* C, *conduites par lesquelles le pétrole débouche dans la chambre;* b, *bobéchon en acier empêchant l'extinction du fil de platine par le courant d'air.*

à une faible distance de la première tuyère. Le problème du refroidissement a été réglé par le même ingénieur, parallèlement à celui de l'utilisation des calories emportées par les gaz brûlés ; à cet effet, il a transformé la partie étroite de la chambre de combustion en une véritable chaudière tubulaire : le dispositif que nous venons de décrire rapidement offre le double avantage de permettre un refroidissement efficace des aubes et d'accroître le rendement total de la turbine dans de fortes proportions.

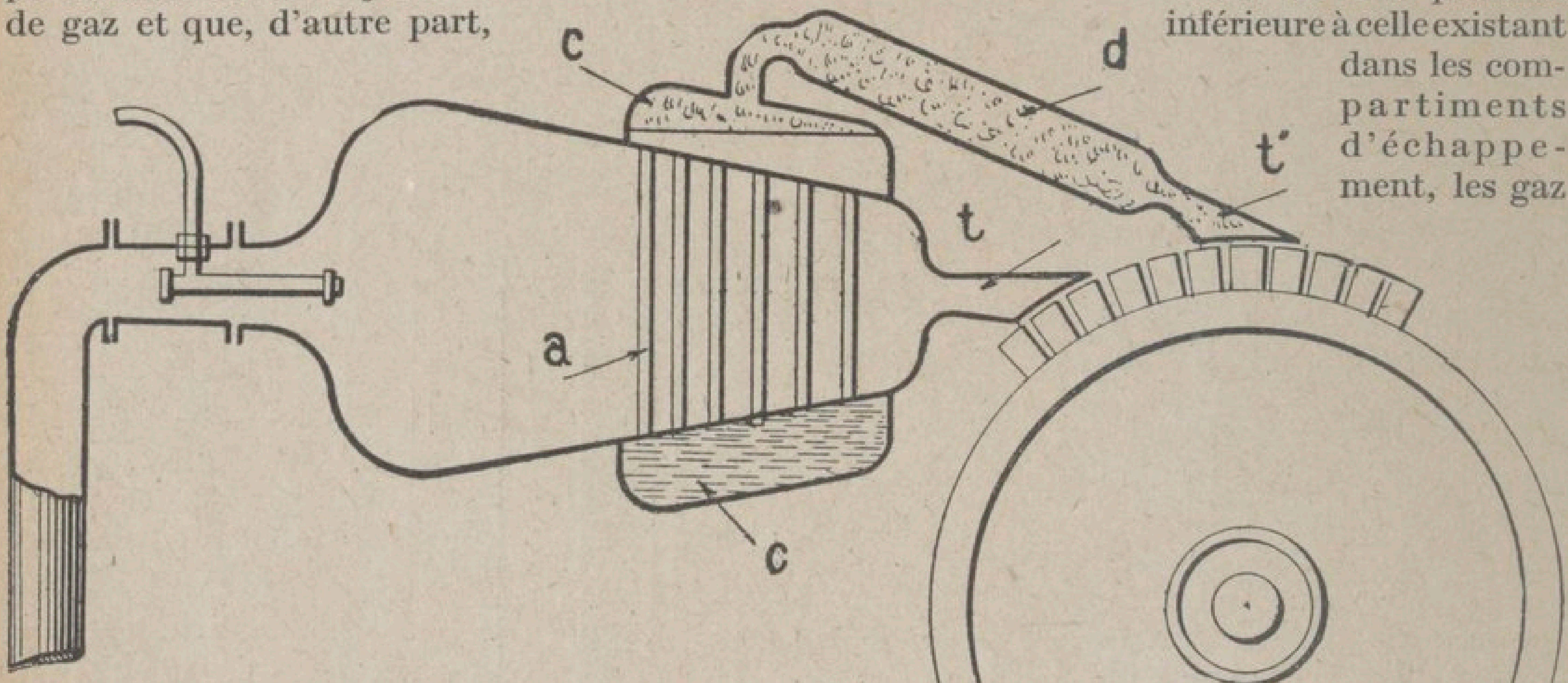



TURBINE DE L'INGÉNIEUR LEMALE UTILISANT LA CANALISATION DE LA VAPEUR DANS DES TUYÈRES SPÉCIALES

V, *réservoir dans lequel s'accumule la vapeur avant d'être dirigée sur les aubes par une tuyère spéciale* T', *débouchant à une faible distance de la tuyère ordinaire* T.

M. de Chasseloup-Laubat, à la suite d'une longue série d'expériences, a pu constater que, d'une part, l'injection de vapeur devait être faite, pour un même disque, en des points distincts des injections de gaz et que, d'autre part, il peut être nécessaire, afin d'accroître le rendement, de condenser la vapeur, après son travail. Il a donc imaginé un dispositif permettant à la vapeur et aux gaz de s'échapper séparément sans qu'il y ait mélange ; dans ce cas, en effet, la condensation de cette vapeur deviendrait difficile, sinon impossible. Le principe du dispositif imaginé réside dans le cloisonnement du conduit circulaire par lequel, après avoir agi sur les aubes de la turbine, s'échappent les fluides.

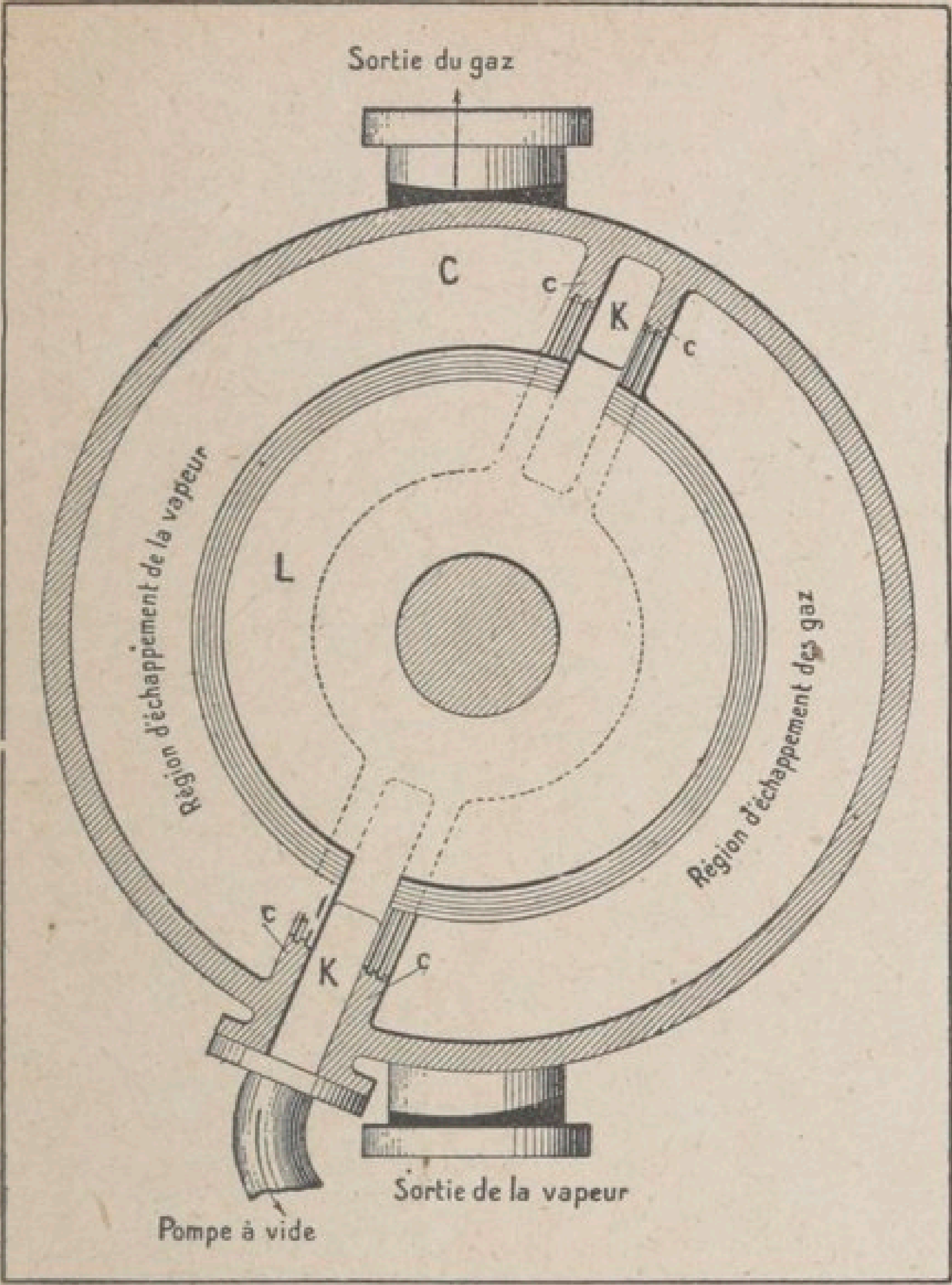
Les aubes de la turbine passent à travers les fenêtres ménagées dans les cloisonnements d'un canal annulaire. De plus, l'enveloppe de la turbine comporte, de chaque côté de la jante de cette dernière, une saillie annulaire, dont la surface est garnie de rainures circulaires. La cavité annulaire intérieure est donc en communication avec les compartiments dont l'un est relié à la pompe à vide. D'autre part, les gaz de combustion s'échappent dans une partie de la cavité annulaire extérieure, tandis que la vapeur s'échappe dans une autre partie. Comme il règne dans les petits compartiments *K* une pression inférieure à celle existant dans les compartiments d'échappement, les gaz passant en petite quantité par le jeu des fenêtres, ne se mélangent pas à la vapeur échappée. Ils se trouvent être aspirés avec une certaine quantité de cette vapeur et sont dirigés vers la pompe à vide (fig. p. 535).




AUTRE DISPOSITIF DE LA TURBINE LEMALE UTILISANT LA CANALISATION DE LA VAPEUR DANS DES TUYÈRES SPÉCIALES

a, *tubes communiquant avec deux corps d: chaudière* C C; d, *réservoir où s'accumule la vapeur fournie ;* t', *tuyère d'écoulement de la vapeur ;* t, *tuyère ordinaire.*

Dans un autre modèle de turbine à com-




TURBINE SYSTÈME CHASSELOUP-LAUBAT
c c, *cloisons ménagées dans le canal annulaire* C; L, *cavité annulaire intérieure en communication constante avec les deux compartiments* K.

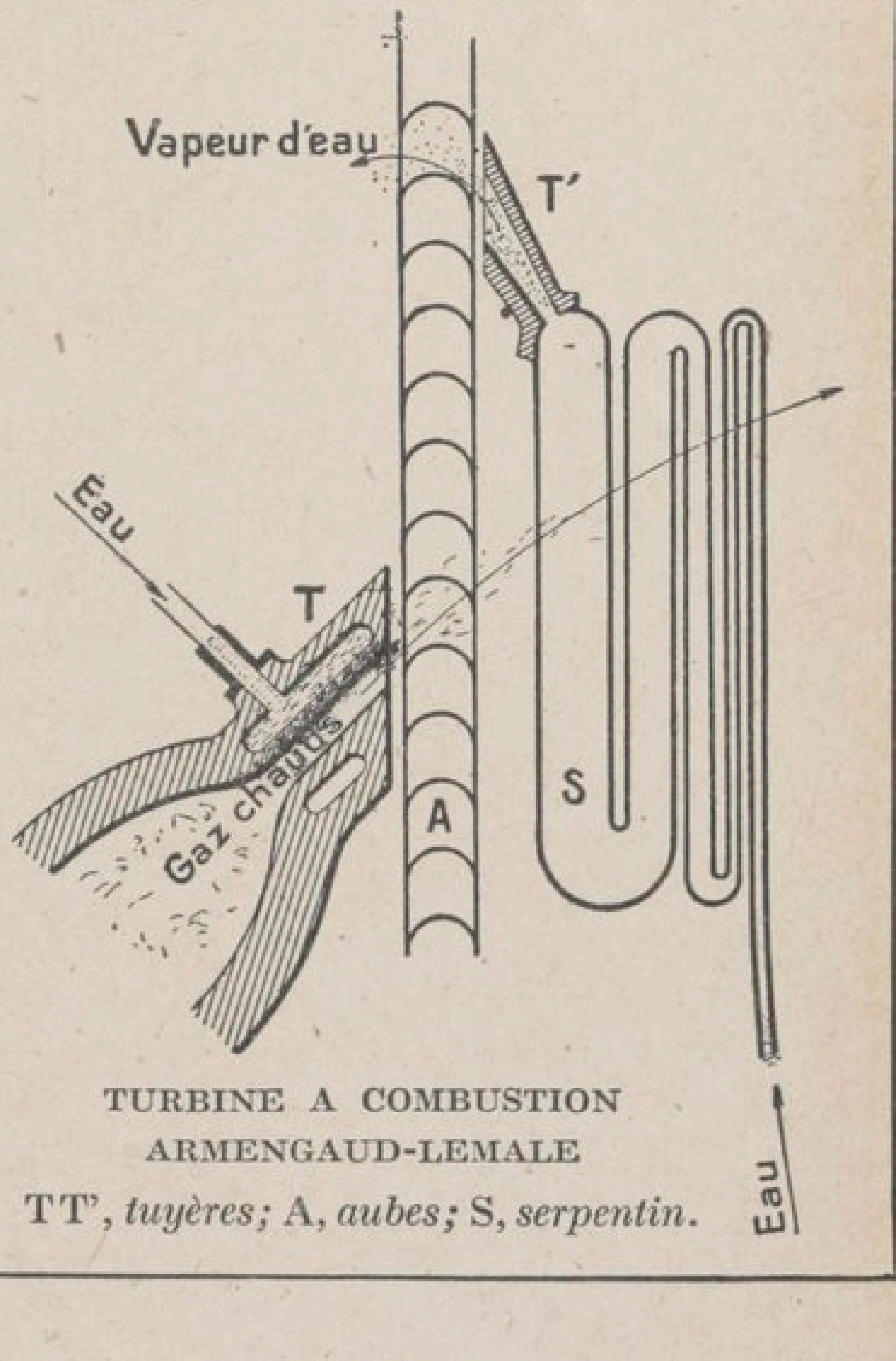
d'éviter les retours de flammes) de la chambre où s'effectue le mélange de l'air et de la vapeur d'hydrocarbure arrivant par des conduites et préalablement comprimés par des compresseurs montés sur le même axe que la turbine. Par un tube situé au-dessous de la chambre de mélange arrivait de l'air comprimé qui refroidissait extérieurement la chambre de combustion et se mélangeait aux gaz brûlés. La chambre de refroidissement était d'ailleurs de section plus grande que la chambre de combustion; par ce moyen, l'air froid forme une enveloppe entourant les produits de la combustion. Le mélange ne s'effectue que graduellement, ce qui empêche les parois de la chambre de refroidissement d'être portées progressivement à des températures trop élevées.

Avant de quitter ce chapitre, nous décrirons rapidement quelques autres turbines de modèles assez divers.

Dans la turbine Windhausen, les gaz de combustion sont refroidis, à leur entrée dans la tuyère, au moyen d'une injection d'eau dirigée dans le sens du courant gazeux. La vapeur est mélangée au gaz et agit directement sur les aubes; la tuyère se trouve être elle-même refroidie par une chemise d'eau extérieure qui l'entoure complètement.

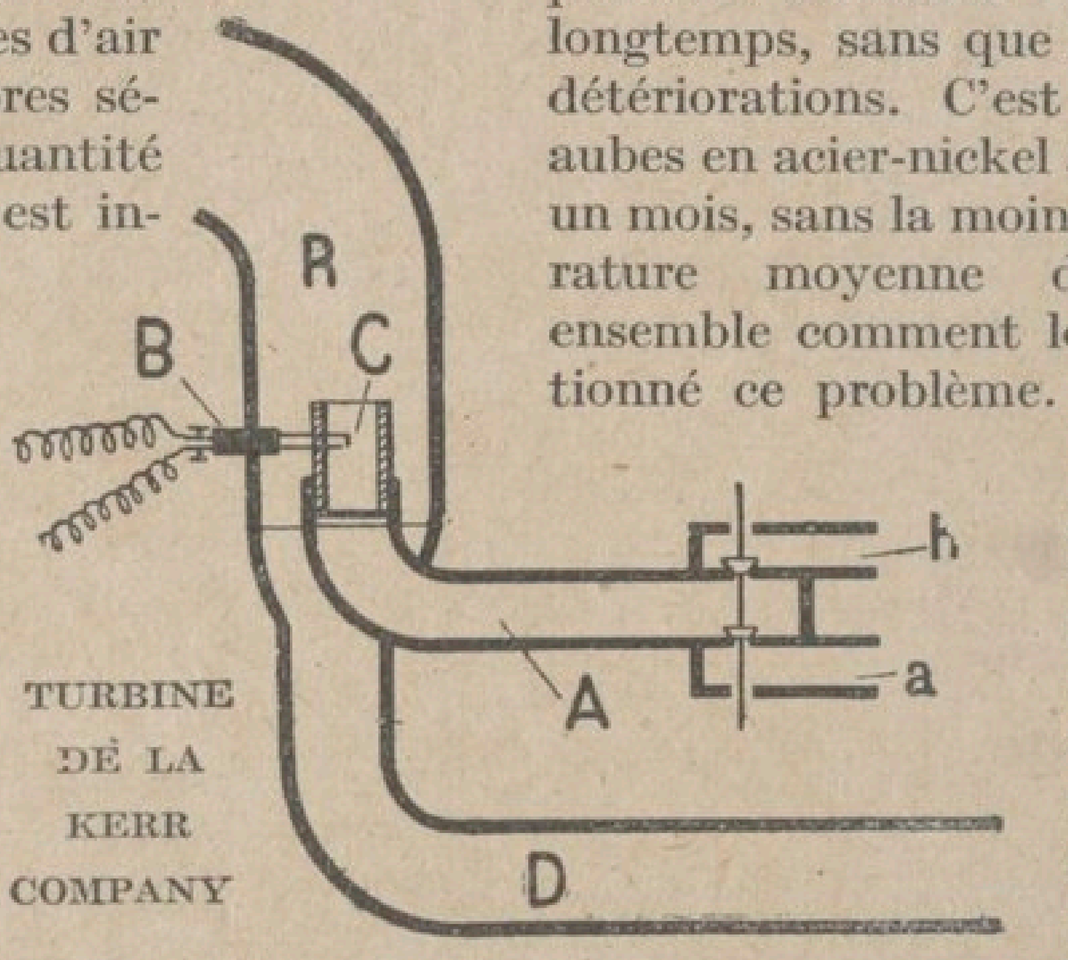
bustion, due aux recherches des ingénieurs Armengaud et Lemale, la chaleur évacuée par les gaz brûlés est utilisée pour produire de la vapeur que l'on fait agir sur les aubes. La tuyère, que l'on voit sur la figure, est d'abord refroidie par une circulation d'eau, autant pour que sa température ne s'élève pas d'une manière anormale, que pour protéger le métal des aubes du contact des gaz trop chauds, contact qui diminuerait rapidement la résistance de ces aubes. Après avoir agi sur les aubes, les gaz, qui sont à une température élevée, vont frapper un serpentin dans lequel on fait circuler de l'eau. Les serpentins ont des sections d'autant plus larges qu'ils sont plus près des aubes et ceci afin de permettre la formation de la vapeur (voir la figure au bas de la page).

Il n'existe pas de turbines dans lesquelles la vapeur d'eau soit injectée dans les tuyères de détente des gaz. Par contre, en Angleterre, on utilise l'air comprimé dans ce but. Dans un modèle (fig. p. 536), exposé à Londres, il y a quelques années, la chambre de combustion était de petites dimensions et se trouvait séparée par une plaque perforée (afin




TURBINE A COMBUSTION
ARMENGAUD-LEMALE
TT', *tuyères;* A, *aubes;* S, *serpentin.*

Dans un autre modèle, d'origine allemande, modèle qui comporte plusieurs chambres à combustion discontinue disposées autour d'un axe, entrant en action l'une après l'autre et alimentées d'air et de gaz par des chambres séparées, une certaine quantité d'air de refroidissement est introduite dans les chambres à combustion après évacuation des gaz brûlés. Un dispositif supplémentaire de refroidissement consistant en une valve permettant de mettre en communication, au moment voulu, un réservoir d'air comprimé avec une tuyère amenant cet air sur les aubes, peut être manœuvrée très simplement de l'extérieur; ce curieux dispositif est indépendant du fonctionnement des chambres discontinues.



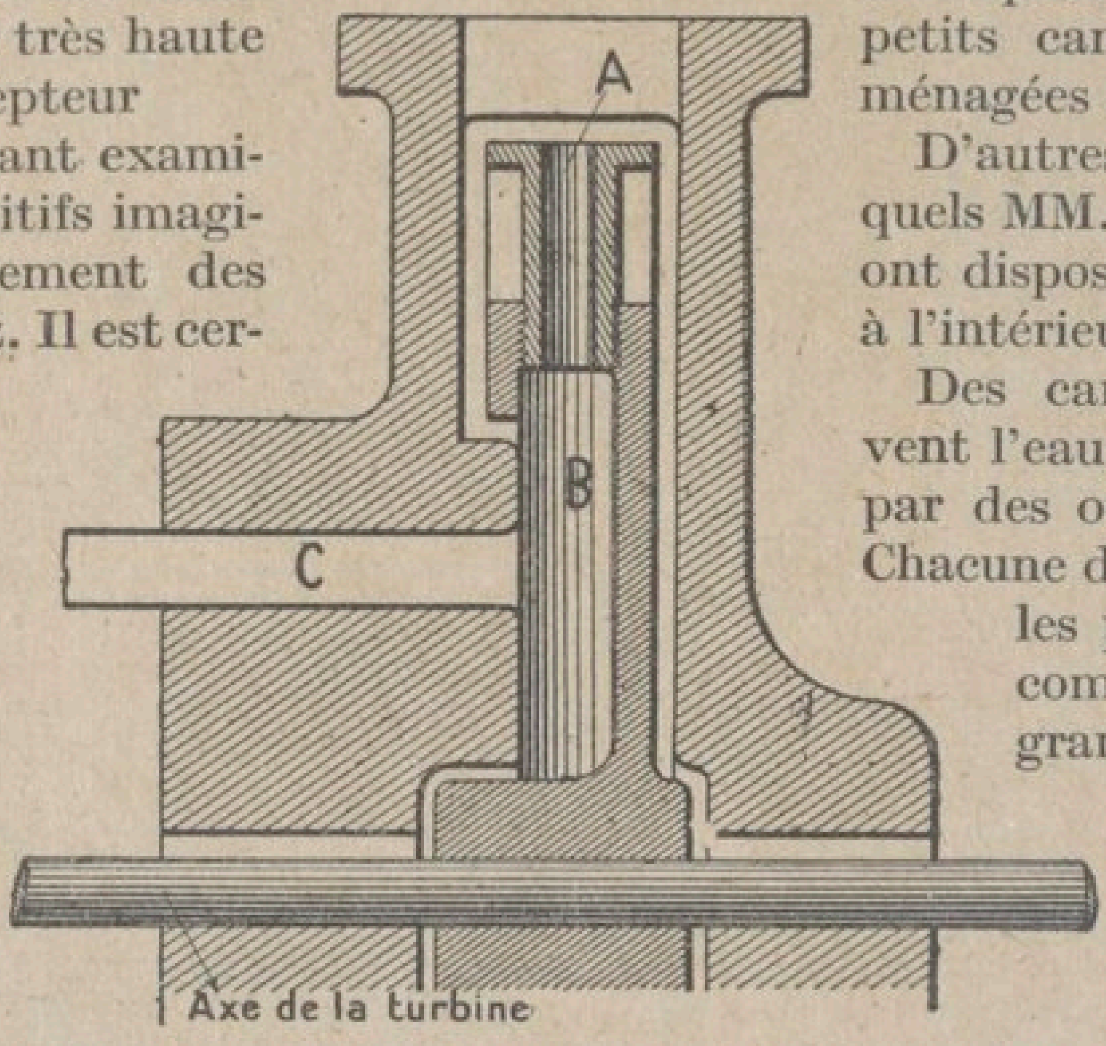

TURBINE DE LA KERR COMPANY

C, *chambre de combustion, de petites dimensions;* A, *chambre;* a *et* h, *tubes d'arrivée de l'air et des vapeurs d'hydrocarbure;* B, *bougie d'allumage;* D, *arrivée de l'air comprimé (*D *et* h *aboutissent au même compresseur);* R, *chambre de refroidissement.*

Dans la turbine Parsons, on s'est attaché à réaliser une régularisation de l'échauffement et on a placé un accumulateur de chaleur destiné à jouer le même rôle qu'un volant entre la source continue du fluide, qui est à une très haute température, et le récepteur

Nous allons maintenant examiner les différents dispositifs imaginés pour le refroidissement des aubes des turbines à gaz. Il est certain que cette question est étroitement liée à celle qui vient d'être traitée, car le fluide destiné à provoquer le refroidissement est généralement astreint à entrer dans le cycle de la turbine à gaz.

Au point de vue rendement, il y a intérêt à envoyer sur les aubes les gaz à la plus haute température possible; d'autre part, nous savons que la résistance des métaux décroît rapidement avec la température. Enfin, le métal des aubes des turbines est soumis à des efforts considérables qui sont dus en particulier à la force centrifuge.




DISPOSITIF DE LA TURBINE FULLAGAR

A, *ouverture des ailettes;* B, *cavité annulaire ménagée dans le corps de la roue communiquant avec* A *par le canal* C.

Les aciers au tungstène et au vanadium, connus sous le nom d'aciers rapides, possèdent encore, à 600°, une résistance élevée et peuvent travailler au rouge pendant fort longtemps, sans que l'on ait à constater de détériorations. C'est ainsi qu'une roue à aubes en acier-nickel a pu supporter pendant un mois, sans la moindre fatigue, une température moyenne de 450°. Examinons ensemble comment les inventeurs ont solutionné ce problème. assez difficultueux.

Dans la turbine Fullagar (fig. ci-dessous), les ailettes des aubes sont creuses et sont découpées dans des tubes d'acier qui ont été martelés en forme de croissant. Un courant d'air froid ou de vapeur est envoyé à l'intérieur.

Dans un autre dispositif (fig. suivante), on a fait participer les gaz de refroidissement au travail de la turbine. Les gaz de la combustion arrivent par la tuyère par laquelle on peut injecter soit de l'air, soit de la vapeur. Ces fluides sont conduits à l'extérieur après avoir produit leur effet, tandis que l'eau ou la vapeur sont dirigés, par de petits canaux, dans des cavités ménagées dans les ailettes.

D'autres ingénieurs, parmi lesquels MM. Armengaud et Lemale, ont disposé une circulation d'eau à l'intérieur même des aubes.

Des canaux circulaires reçoivent l'eau, qui s'échappe ensuite par des ouvertures rayonnantes. Chacune des aubes est perforée et les petits canaux sont en communication avec les grands canaux circulaires. L'eau froide étant plus dense que l'eau chaude, la force centrifuge a sur elle un plus grand effet. Cette force centrifuge projette l'eau froide vers la périphérie; elle est donc plus grande que celle que doit vaincre l'eau chaude pour revenir de la périphérie vers le centre. L'avantage est considérable.

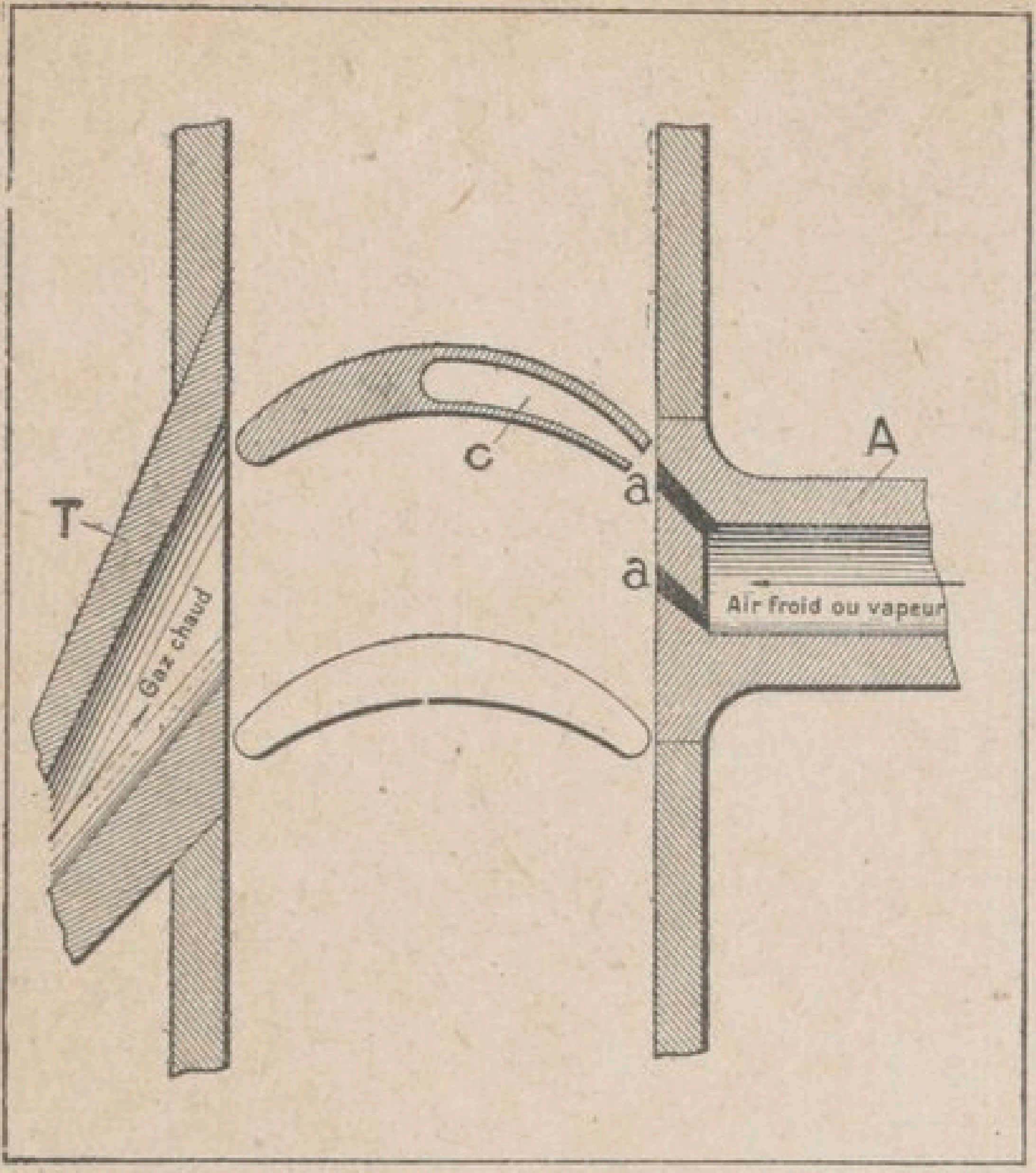
Le refroidissement du disque se fait au moyen de vapeur ou d'eau, et les courants che-

minent du centre à la périphérie, se divisant ensuite dans un conduit circulaire voisin de la jante.

Il est intéressant de citer, pour mémoire, les turbines, qui entrent dans un groupe moteur, comme instruments de récupération et qui, par suite, ne produisent qu'une partie tout à fait infime du travail total, etc.

On a pu réaliser des turbines utilisant des vapeurs de benzène, d'alcool, d'éther, de chloroforme, de l'anhydride carbonique, de l'anhydride sulfureux, etc.

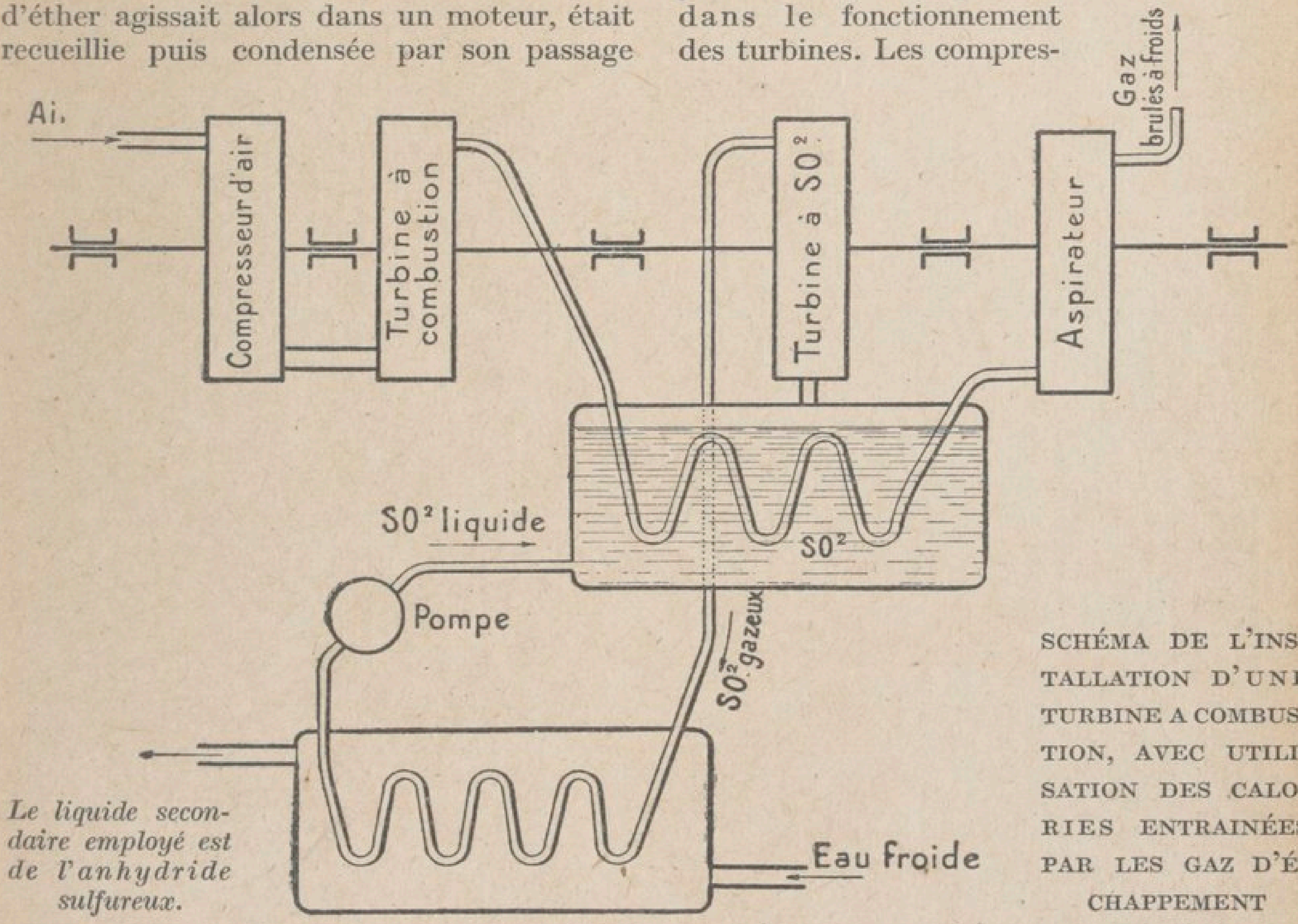
La première turbine construite dans cet ordre d'idées utilisait les calories perdues dans une machine à vapeur. La vapeur d'échappement était dirigée dans un vase à double paroi renfermant de l'éther. Cette vapeur cédait sa chaleur à l'éther et le vaporisait. La vapeur d'éther agissait alors dans un moteur, était recueillie puis condensée par son passage dans un serpentin entouré d'eau et le liquide était ramené dans un vase à double paroi au moyen d'une pompe. (Le moteur secondaire aurait pu être une petite turbine.) Ainsi donc, une turbine pourrait être complétée par une turbine secondaire à vapeur d'éther, de benzène, d'alcool ou de chloroforme, qui utiliserait les calories entraînées à l'échappement. Nous donnons ici un schéma d'installation complète de turbine à combustion, avec utilisation des calories entraînées par les gaz d'échappement, le liquide secondaire étant, dans l'exemple présenté, de l'anhydride sulfureux (voir le schéma ci-dessous).




COUPE D'UNE AUBE A CIRCULATION D'EAU

A, *tuyère d'arrivée de l'air froid ou de la vapeur;* T, *tuyère du gaz chaud;* a a, *canaux;* c, *cavités ménagées dans les ailettes.*

Pour être complet, il faut examiner rapidement la question des compresseurs, qui jouent un rôle important dans le fonctionnement des turbines. Les compres-

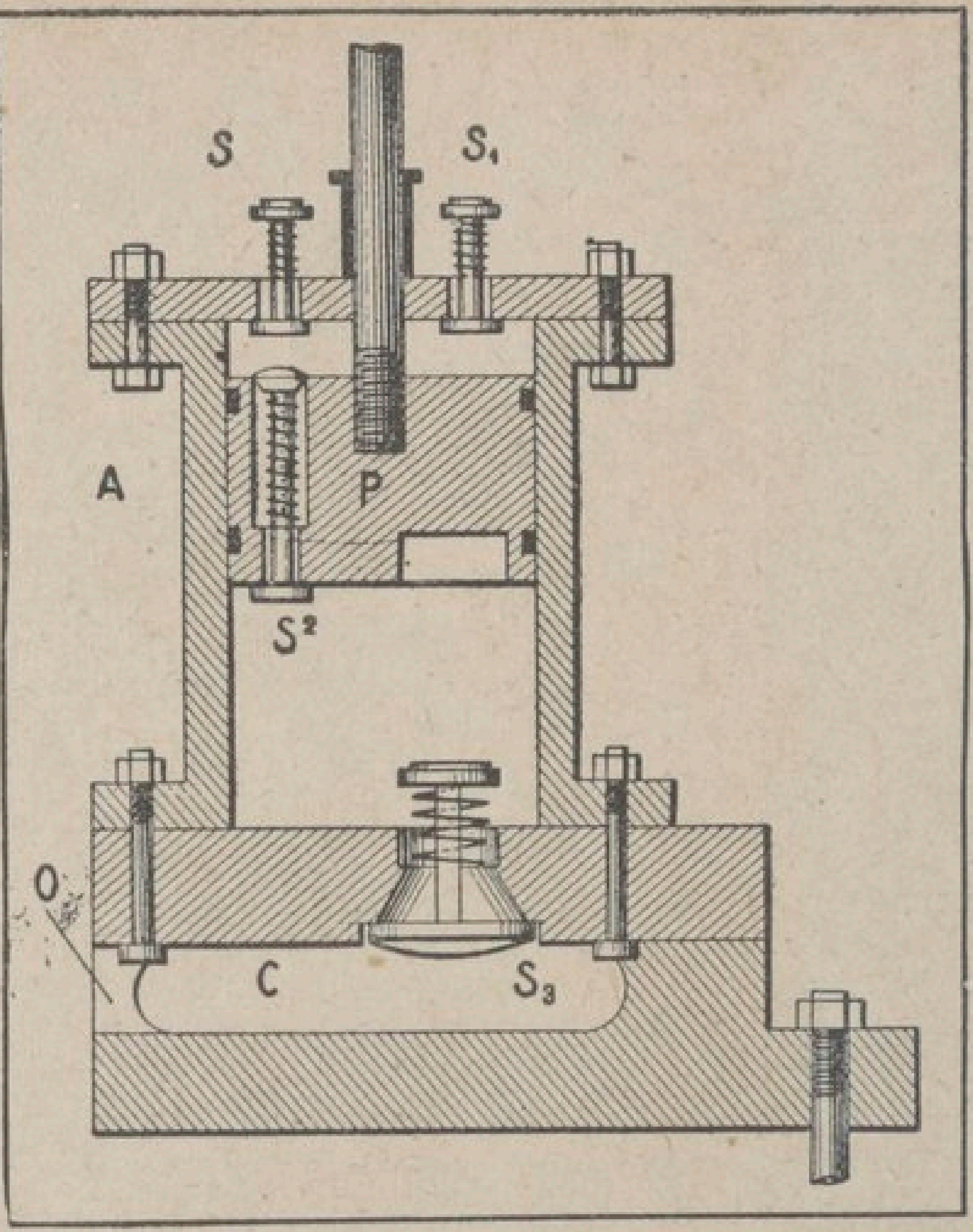



*Le liquide secondaire employé est de l'anhydride sulfureux.*

SCHÉMA DE L'INSTALLATION D'UNE TURBINE A COMBUSTION, AVEC UTILISATION DES CALORIES ENTRAINÉES PAR LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT

seurs peuvent être divisés en trois catégories distinctes : les compresseurs à piston, les compresseurs rotatifs et les compresseurs à trompes.

Les compresseurs à piston sont généralement très simples et nous n'en décrirons qu'un. Ce compresseur (fig. ci-contre) est composé d'un cylindre portant à sa partie supérieure deux soupapes dont l'une sert à l'introduction de l'air, l'autre à l'aspiration du mélange gazeux. Le piston porte une troisième soupape et sur la face inférieure du cylindre est une dernière soupape servant au refoulement dans la chambre pourvue d'une ouverture. Le mélange allumé explose dans la chambre ci-dessus mentionnée en même temps que se fait l'ouverture de cette chambre inférieure.

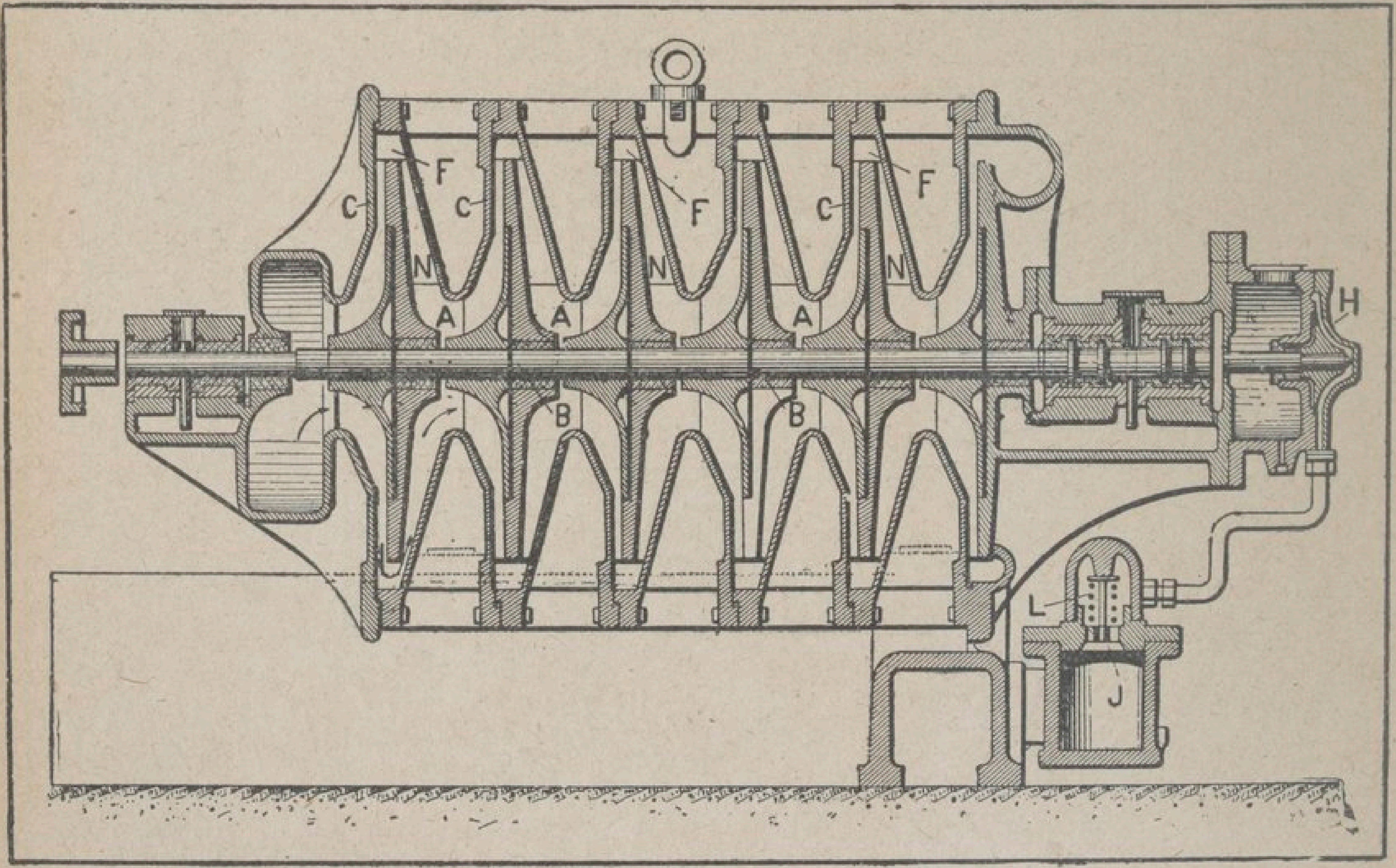



COMPRESSEUR A PISTON

A, *cylindre ;* S $S^1$ $S^2$ $S^3$, *soupapes ;* P, *piston ;* C, *chambre ;* O, *ouverture de la chambre.*

Pour les turbines à gaz, on a aussi songé avec juste raison à utiliser les turbo-compresseurs multicellulaires, qui se prêtent merveilleusement à des vitesses de l'ordre de grandeur de celles prévues pour ces machines. Le compresseur et la turbine peuvent être alors aisément montés sur le même arbre.

En principe, le turbo-compresseur (fig. ci-dessous) se compose d'une roue tournant dans une enveloppe. Cette roue projette sur la périphérie l'air aspiré par une ouïe centrale et cet air, qui est ainsi animé d'une certaine vitesse, s'engage dans un canal fixe, nommé diffuseur, de sections progressive-




COUPE SCHÉMATIQUE LONGITUDINALE D'UN TURBO-COMPRESSEUR

A, *roues en acier clavetées sur l'arbre* B ; C, *diffuseurs ;* F, *canaux directeurs ;* N, *canaux ramenant l'air vers le centre ;* H, *pompe centrifuge à huile ;* J, *soupape du réservoir à huile ;* L, *ressort de cette soupape.*

ment croissantes où la force vive de cet air se transforme en pression. Si on adapte un second élément à la suite du premier et qu'on le fasse traverser par l'air, ayant subi un premier degré de compression, on élève à nouveau sa pression. En accouplant ainsi plusieurs éléments en série, on voit que les pressions à la suite de chacune des roues croissent en progression parfaitement géométrique, car l'élévation de pression due à chaque roue est proportionnelle au poids spécifique de l'air, et, par suite, à sa pression.

de la puissance des turbines à roues multiples consiste à étrangler plus ou moins le courant gazeux en amont du distributeur au moyen d'un obturateur commandé ordinairement par un régulateur centrifuge. Comme il en résulterait une perte d'énergie mécanique par laminage du courant gazeux, on a adopté un dispositif consistant en tuyères réglables à la main ou automatiquement.

Le mode de construction des aubes diffère peu de celle des aubes des turbines à vapeur. Nombreux sont les brevets qui ont été pris

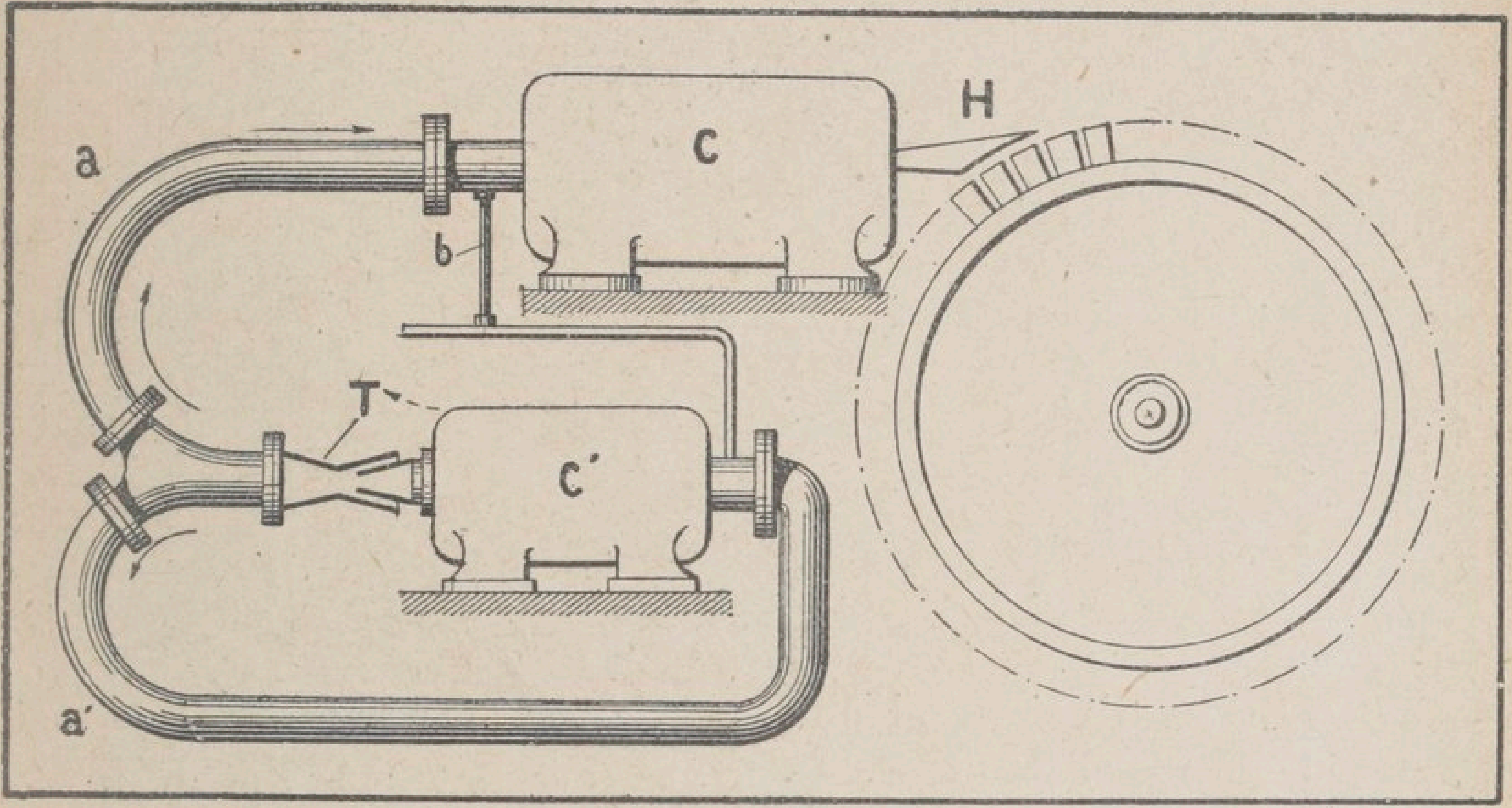



FIGURE SCHÉMATIQUE D'UN COMPRESSEUR A TROMPE

T, *trompe alimentée par une chambre de combustion spéciale* C' ; C, *chambre normale de combustion (le canal prolongeant la base d'aspiration de l'air se divise en deux branches* a *et* a' *aboutissant aux chambres de combustion)* ; b, *conduite amenant le combustible* ; H, *tuyère secondaire par laquelle s'échappe une partie des gaz brûlés dans les chambres de combustion.*

Le système de compression par trompe a l'avantage, l'énergie potentielle des gaz sous pression étant directement utilisée pour l'aspiration et le refoulement de l'air, de ne pas faire intervenir le rendement de la turbine dans la compression de l'air d'alimentation. Nous donnons à cette page le schéma d'un compresseur à trompe qui réalise les conditions ci-dessus énoncées.

Nous ne saurions terminer cet article sans signaler le mode de construction adopté pour les tuyères et les aubes qui constituent les éléments les plus importants des turbines.

Les tuyères étant soumises à une température voisine de la température de la chambre de combustion sont en matières réfractaires : la porcelaine et le carborundum ont été utilisés avec un égal succès. Le procédé le plus généralement employé pour le réglage

pour leur construction; la plupart présentent l'avantage d'une fabrication facile et la plupart de leurs organes peuvent être aisément remplacés en cas d'avaries.

La question des turbines à gaz, tout particulièrement complexe, n'a peut-être pas encore été étudiée à fond ; cependant, des travaux de MM. Ventoux-Duclaux et Sekutovicz, on peut tirer la conclusion que la régularisation de la marche des turbines à gaz, qui constitue le problème le plus délicat de leur fonctionnement, ne semble pas, quoique laborieux, présenter des difficultés insurmontables. Le jour où les inventeurs auront pu poursuivre leurs investigations, on aura solutionné une des questions les plus importantes de l'industrie au point de vue rendement.

PAUL FOUSSARY.

LA FORTERESSE ROULANTE DE DUPUY DE LOME, VÉRITABLE ANCÊTRE DES TRAINS BLINDÉS ACTUELS

*Ce train blindé, construit en 1870 dans les ateliers de la Compagnie d'Orléans, abritait une pièce de marine enfermée dans une sorte de tourelle cuirassée.*

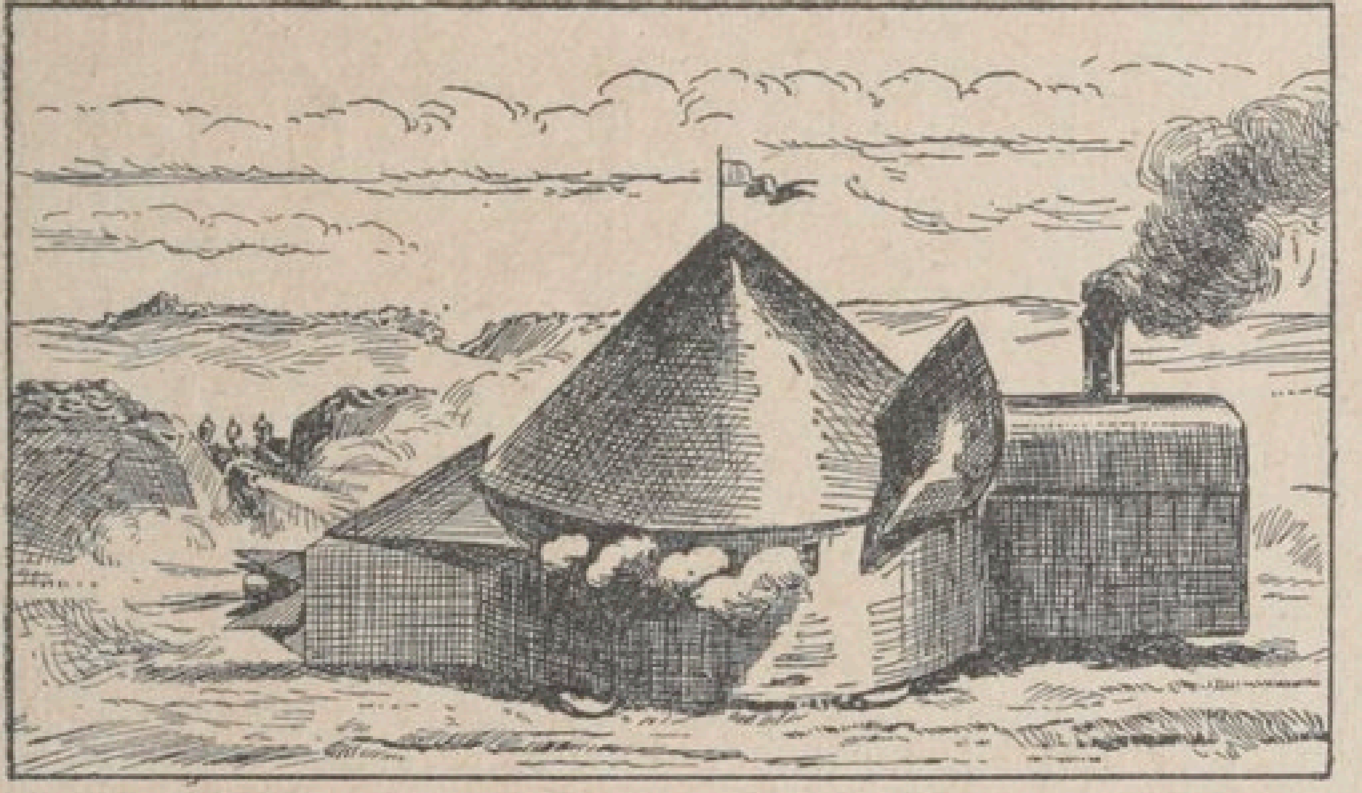
# LES INVENTEURS PENDANT LA GUERRE DE 1870-1871

**Par Marcel VILVANDET**

Les Allemands se sont vantés d'avoir donné à cette guerre un caractère essentiellement scientifique. Cependant, y eut, en 1870 et en 1871, une foule d'inventeurs français qui conçurent le principe essentiel des armes redoutables que nos ennemis emploient aujourd'hui contre nous. Le Français a eu l'idée et, comme il arrive trop fréquemment, l'Allemand l'a réalisée.

A vrai dire, les inventions présentées en 1870 à la commission d'examen étaient, pour la plupart, irréalisables à l'époque. Insuffisamment étudiées, elles n'étaient que le fruit d'une élucubration hâtive et, pour sortir du domaine de l'utopie, elles avaient besoin des quarante années de progrès scientifiques et industriels qui suivirent la guerre franco-allemande.

Le gouvernement de la Défense Nationale avait institué une commission des Inventions fonctionnant à peu près comme celle qui siège aujourd'hui dans l'immeuble de la rue de l'Université. Présidée par Berthelot, elle eut à examiner de nombreux dossiers, mais, pour les raisons majeures que nous avons exposées plus haut, elle n'en retint qu'une infime quantité.



LA FORTERESSE ROULANTE DE L'ITALIEN BALBI

En premier lieu, il convient de remarquer que les trains blindés et les chars d'assaut utilisés à l'heure actuelle avec tant de succès par les armées alliées ont vu leur emploi préconisé en 1870 par différents inventeurs français. Le train blindé a même été réalisé, et le modèle qui fut construit dans les ateliers de la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans effectua plusieurs sorties sur les champs de bataille voisins de la capitale. Il avait été établi sur les plans du fameux Dupuy de Lôme, qui fut également chargé par le gouvernement de la Défense Nationale, de construire un ballon dirigeable. Ce « train » était très court, puisqu'il ne comportait que la machine motrice entraînant un truc disposé sur l'un des côtés de la machine et roulant sur un rail parallèle au sien. Le truc, sur lequel on avait placé une pièce de marine, était protégé, comme la machine elle-même, par un puissant blindage constitué par sept plaques de tôle de 8 millimètres d'épaisseur totale, renforcées d'une pièce de chêne de 50 centimètres d'épaisseur. La chambre de tir était montée sur pivot de telle sorte que la pièce pouvait être pointée dans toutes les directions.

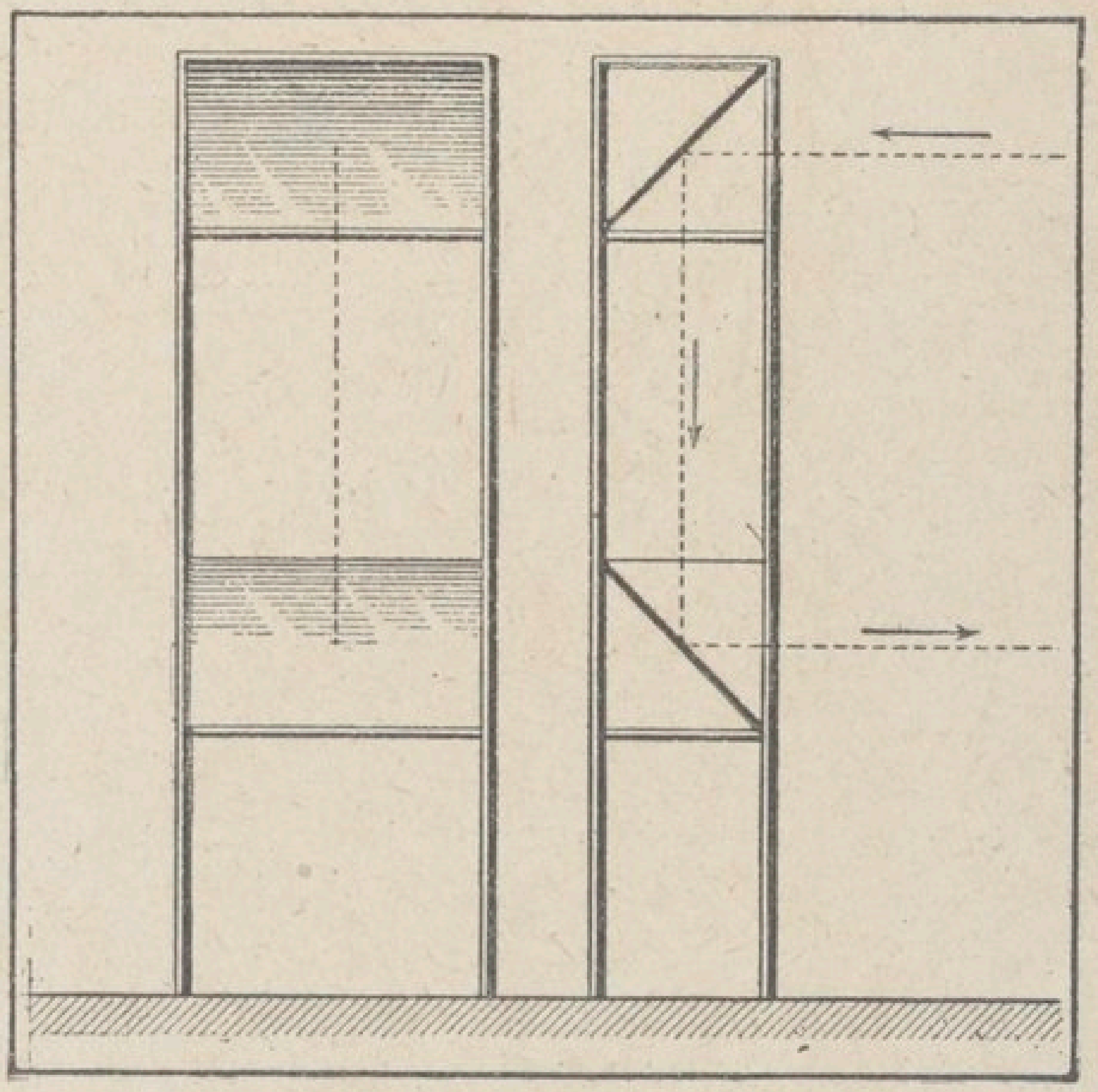
Aux premiers jours de l'investissement de Paris, un ingénieur d'origine italienne, Balbi, offrit au gouvernement français les plans d'une forteresse mobile dont il avait eu l'idée en 1854. Comme le gouvernement ne se pressait pas de donner une réponse favorable à l'inventeur, celui-ci ouvrit une souscription publique en vue de réunir les fonds nécessaires à la construction de la machine. Celle-ci fut effectivement construite et terminée dans les premiers jours de mars 1871, c'est-à-dire trop tard pour être utilisée contre les assiégeants. Mais la conception en était originale et même assez ingénieuse et comportait quelques points intéressants qui font de la machine de Balbi un ancêtre primitif et pittoresque du terrible tank moderne.

L'engin était mû par la vapeur. Monté sur des roues à larges jantes, il pouvait avancer, reculer et être dirigé dans tous les sens. L'état des routes lui importait peu, puisque,

grâce à son propre poids — il pesait environ 15.000 kilos — il était à même de se frayer un chemin en broyant tous les obstacles qu'il pouvait rencontrer. Par un dispositif spécial, il était capable de gravir ou de descendre des plans inclinés sans que son équilibre s'en trouvât compromis. Puissamment cuirassé, il eût été, disait son inventeur, à l'abri des projectiles de toute nature ; pourvu de créneaux, il était armé d'un canon et de plusieurs mitrailleuses, manœuvrés par les quelques hommes qui formaient l'équipage. Un seul d'entre eux suffisait pour assurer la conduite de la machine. L'avant était formé par une sorte d'éperon dont les quatre lames triangulaires s'ouvraient pour laisser passer le projectile que lançait le canon placé à l'intérieur de la forteresse. Le coup parti, les quatre lames se rejoignaient automatiquement. Enfin, la machine avait un toit conique qui, à volonté, pouvait être animé d'un rapide mouvement de rotation. Comme le bord de ce toit était garni de lames tranchantes, il aurait suffi de le mettre en mouvement pour rendre impossible la prise d'assaut de la machine. Le coût de celle-ci était de 17.000 francs, ce qui est peu si l'on compare son prix à celui des chars d'assaut actuels.

Tous ces renseignements nous sont fournis par une circulaire établie par Balbi au moment où il ouvrit sa souscription : il n'est pas du tout certain que la réalité eût répondu aux espérances de l'inventeur et que la machine, qui n'a point été expérimentée, eût fonctionné comme celui-ci le prétendait.

La guerre de tranchées n'est pas une forme particulière à la guerre moderne. De tous temps, les combattants demandèrent à la terre de les protéger contre les projectiles de l'ennemi. Les tranchées, dans le conflit actuel, ont pris seulement une forme permanente, contrairement aux travaux de défense des guerres précédentes, travaux qui, le plus souvent, n'avaient qu'un caractère provisoire. En 1870, on connaissait, par conséquent, beaucoup des engins de tranchées employés aujourd'hui sur les différents fronts. Ainsi, le périscope était utilisé par nos pères, puisque, dans un ouvrage de G. Tissandier, paru en 1874, l'auteur donne la description du *polémoscope*, employé déjà pendant la guerre d'Italie. A vrai dire, on n'eut pas beaucoup l'occasion de recourir à cet appareil en 1870, tout au moins dans les rangs français. Mais il constitue indéniablement le prototype du périscope actuel et à ce titre mérite que l'on en dise quelques mots. Les miroirs, au lieu d'être disposés dans une caisse obscure, étaient simplement fixés sur un cadre quadrangulaire dont les quatre pieds reposaient sur le sol. Le miroir supérieur seul émergeait du parapet de la tranchée et c'est sur le second, placé environ un mètre au-dessous, que venait se reproduire l'image réfléchie par le premier miroir. C'était donc un appareil extrêmement simple mais qui, néanmoins, remplissait fort bien son but.

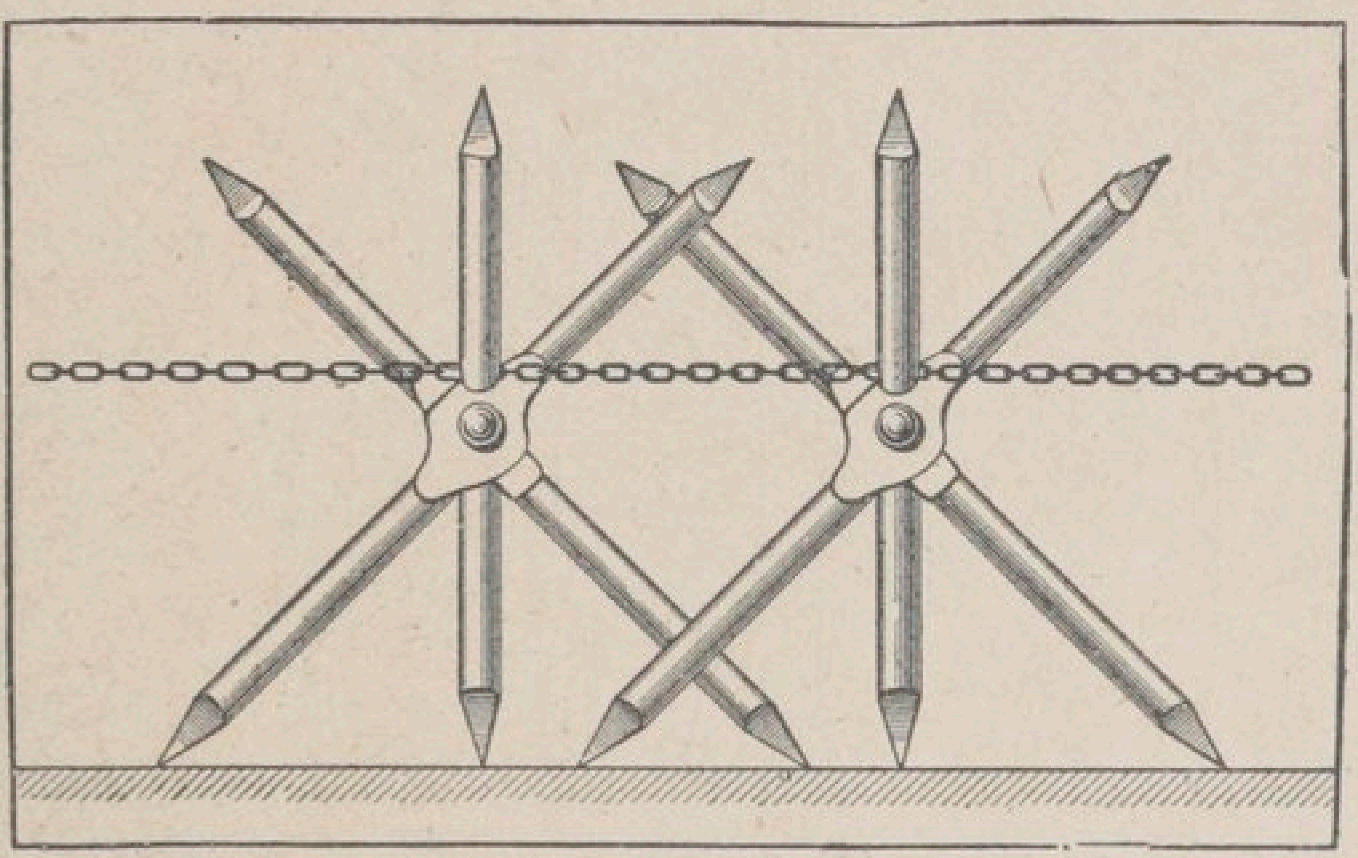


VUE DE FACE ET DE PROFIL DU PÉRISCOPE DE TRANCHÉES CONNU EN 1870

Dans un autre ordre d'idées, nous trouvons, chez les inventeurs de 1870, la préoccupation d'assurer aux travaux de retranchement une plus grande valeur défensive. Et certains des projets de l'époque pourraient peut-être trouver, dans la guerre de tranchées actuelle, une heureuse application. Par exemple, ce cheval de frise mobile, dû à l'imagination fertile d'un notaire-inventeur, M. Desmolins. Sa facilité de transport contraste heureusement avec le peu de maniabilité du système ordinaire que les belligérants emploient depuis un temps immémorial. Le cheval de frise inventé par ce M. Desmolins se compose de trois branches métalliques *a b c*, dont les deux extrémités sont pointues. Les deux premières, *a* et *b*, sont accouplées en leur milieu par une articulation *d*. Cette articulation est pourvue d'un trou destiné au passage de la troisième branche *c*, celle-ci étant munie d'un anneau permettant la

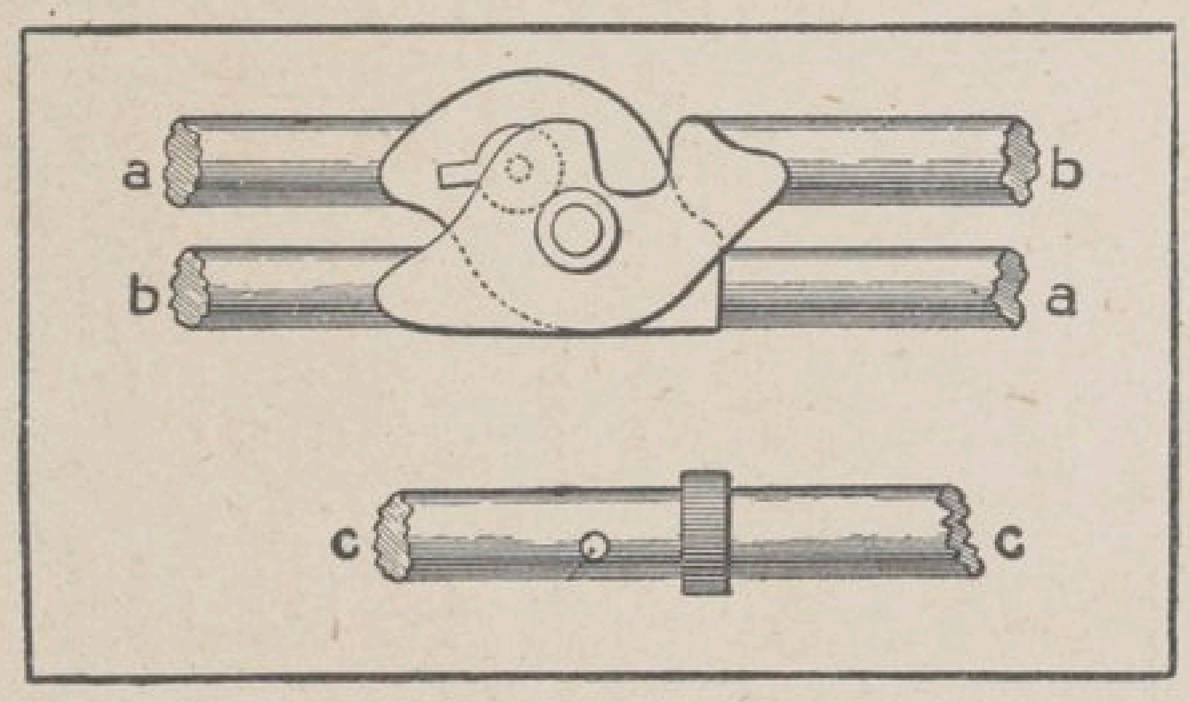
réunion de plusieurs engins entre eux au moyen de la chaîne. Cet anneau formant saillie sur la branche *c* empêche les branches *a* et *c* de se séparer. Chaque pièce a 1 mètre de haut ; une centaine, repliées pour la facilité du transport, représentent un volume d'un mètre cube environ.

L'invention, si simple qu'elle soit, est peut-être l'une de celles qui ont le plus de valeur pratique. Elle remonte au mois de juillet 1871, c'est-à-dire deux mois seulement après la conclusion de la paix de Francfort.



CHEVAL DE FRISE MOBILE DE M. DESMOLINS

La nécessité de creuser des retranchements et de s'abriter ensuite derrière ceux-ci, a inspiré deux inventeurs étrangers : l'un danois et l'autre anglais, qui, à quelques semaines de distance, ont fait breveter, en France, une bêche à double usage. Disposée dans un étui de cuir de forme spéciale, elle se porte sur la poitrine et constitue contre les balles, les coups de baïonnette ou de sabre, un excellent moyen de protection (Voir la figure page suivante).



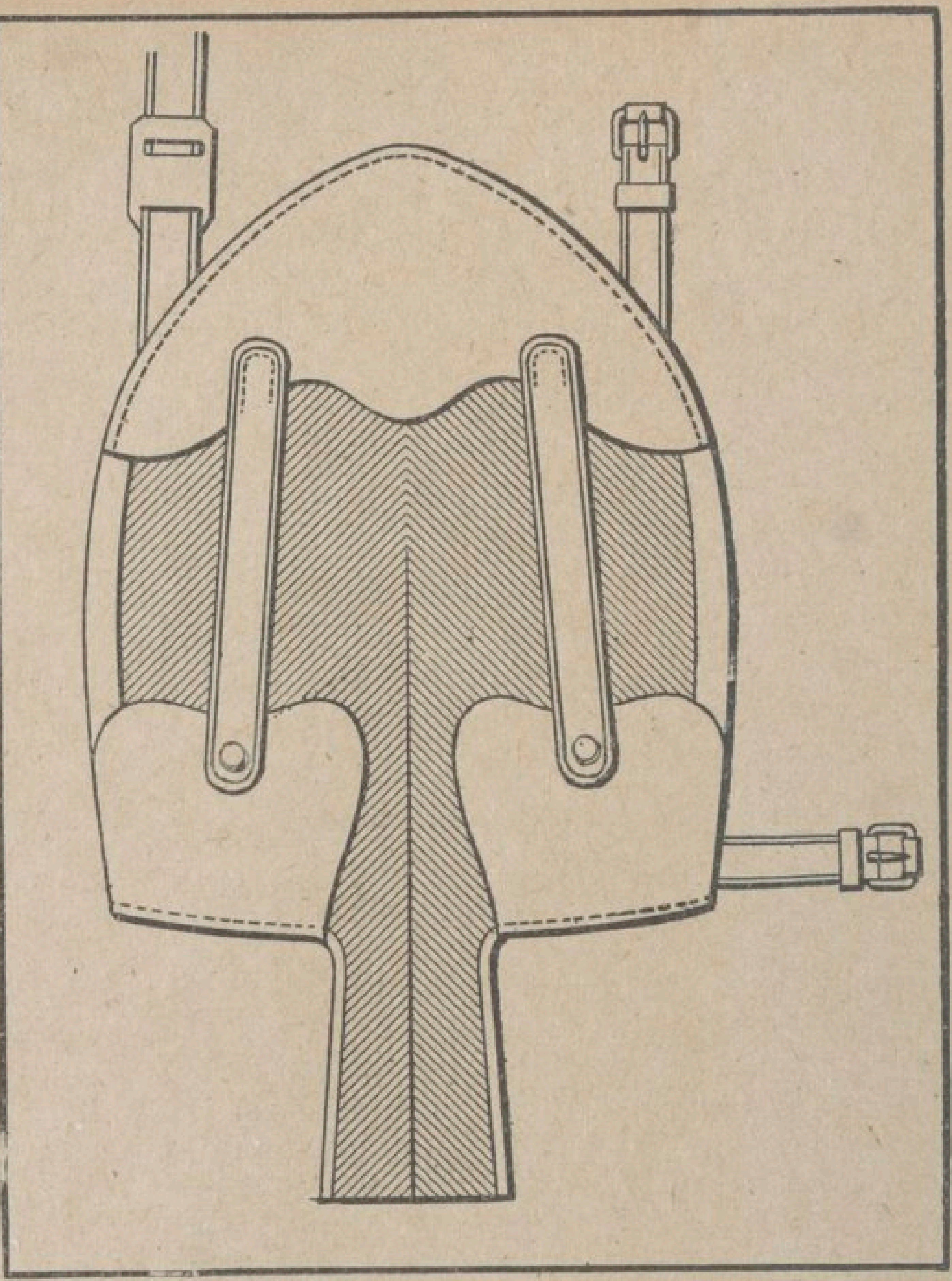

CHARNIÈRE DU CHEVAL DE FRISE MOBILE

*Les branches métalliques latérales* a *et* b *sont réunies par une articulation centrale au travers de laquelle passe la branche verticale* c.

La mitrailleuse n'est pas d'invention française, elle est d'origine américaine. L'engin imaginé par Gatling était à canon rotatif, ce qui n'était pas précisément fait pour assurer la justesse du tir, car la rotation produisait insensiblement un déplacement latéral de l'arme. Au début de 1870, le général d'artillerie de Reffye, aide de camp de Napoléon III, perfectionna la mitrailleuse Gatling en assurant avant tout la fixité du canon, qui ne ressembla plus, désormais, à un barillet de revolver. Ce canon était formé de vingt-cinq tubes d'acier disposés en faisceau quadrangulaire et enveloppés dans une chemise de bronze. La mitrailleuse Reffye, comme la mitrailleuse allemande de la même époque dont nous donnons plus loin un dessin, s'alimentait au moyen d'un chargeur contenant 25 cartouches et qu'on introduisait dans la boîte de culasse. A l'aide d'une manivelle placée sur le côté de l'engin, le tireur actionnait une série de percuteurs qui frappaient successivement le culot de chaque cartouche, et, avec une rapidité telle que le chargeur pouvait être épuisé, en dix secondes. On le remplaçait alors par un autre, et le tir se poursuivait.

On avait fondé les plus grandes espérances sur cet engin, dont l'armée française n'était, malheureusement, pas pourvue en nombre suffisant. Les mitrailleuses entrèrent pour la première fois en action à la bataille de Sarrebruck, le 2 août 1870, et firent, disent les chroniqueurs militaires, de sérieux ravages dans les rangs de l'ennemi.

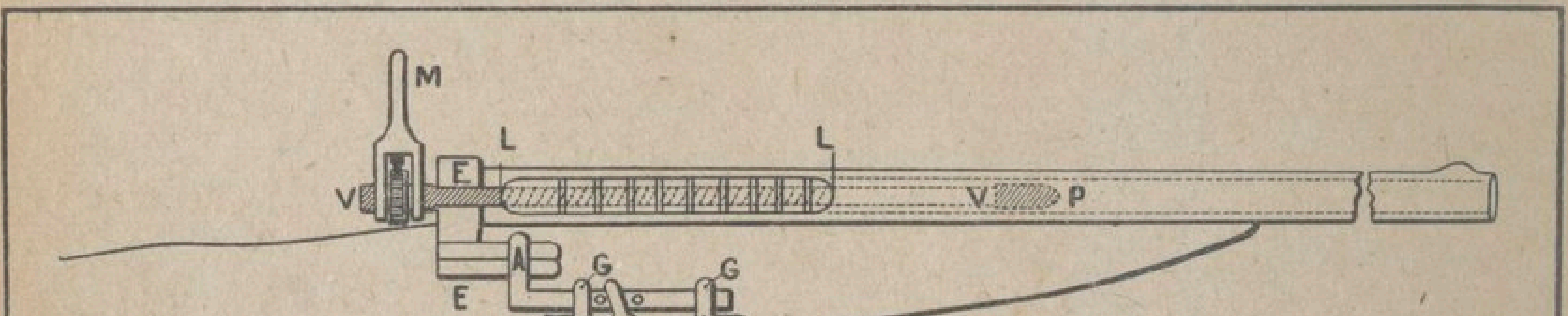
Voici maintenant le fusil à ressort destiné à être utilisé sur de faibles distances ; il a été présenté au début de janvier 1871 par MM. Chauvin et Aubin. Il consistait essentiellement en un canon ouvert de *L* en *L* pour laisser passer les extrémités d'une série de ressorts à pincettes. Une tige *V*, taraudée en partie, traversait tous les ressorts juxtaposés dos à dos et par couple. Cette tige prenait, près du projectile *P*, la forme d'un tampon glissant dans le canon du fusil. L'extrémité taraudée était prise dans l'écrou *E*, cet écrou s'ouvrant en deux parties, au moyen d'une charnière de forme spéciale. Un anneau *A* renfermait deux tiges fixées aux deux parties de l'écrou et obligeait celui-ci à se te-



UNE BÊCHE SERVANT ÉGALEMENT DE CUIRASSE

nir bloqué à la volonté du tireur. La tige taraudée *V*, à l'aide de la manivelle *M*, aplatissait les ressorts et les maintenait sous tension. Quand on pressait sur la détente *D*, une petite tige venait libérer l'anneau *A* par un mouvement rectiligne, laissant ainsi à l'écrou *E* la faculté de s'ouvrir. La tige *V*, sous la pression des ressorts était alors brusquement rejetée en avant et chassait au dehors le projectile *P*. L'inventeur dans son exposé, ne nous indique pas la portée de son fusil, mais il est évident qu'elle devait être extrêmement faible, en dépit du nombre et de l'excellence des ressorts.

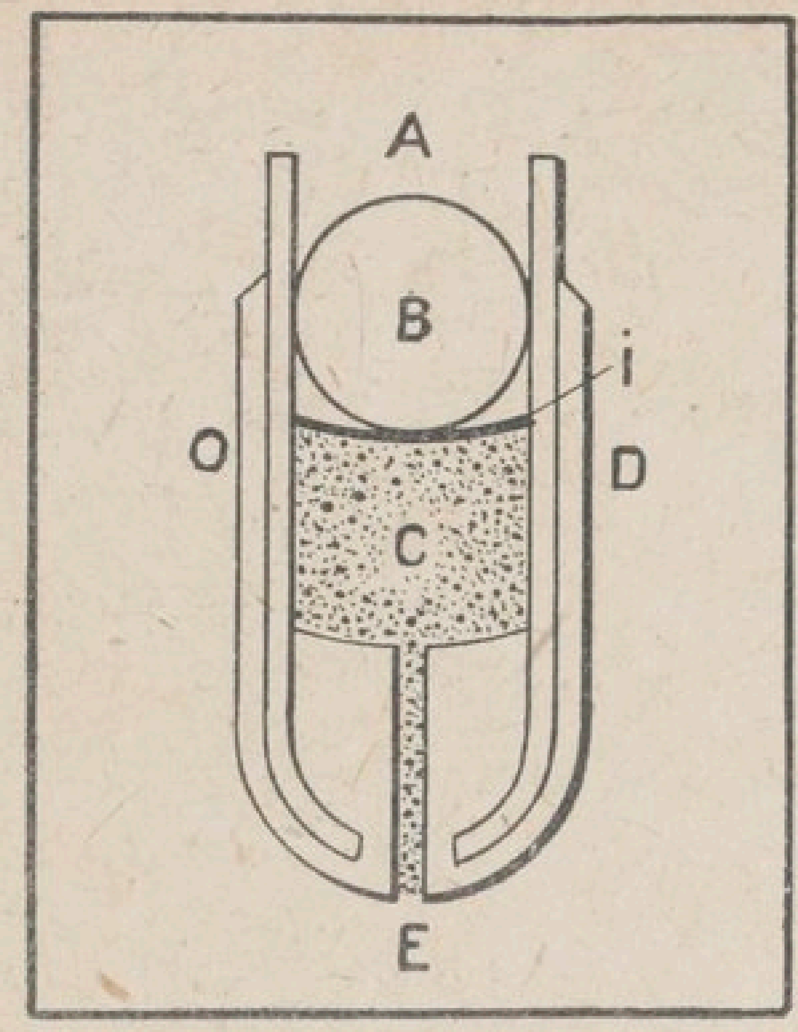
On trouve aussi dans le même dossier un projet de *projectile infernal*, véritable ancêtre de la torpille aérienne. Son inventeur est M. Chazelles. Le projectile en question est destiné à être lancé à de faibles distances. Il est à double effet, c'est-à-dire qu'en éclatant comme un obus ordinaire, il projette en même temps un boulet qui peut avoir, lui aussi, un pouvoir destructeur considérable. L'ensemble est formé par un tube métallique *A* enfermé dans un culot de plomb *OD*. Une lumière *E* est pratiquée à la base de ce culot, bourrée intérieurement par une charge de poudre *C*. Sur cette charge repose le boulet *B*, entré à force dans le tube *A*. Le projectile est lancé par un mortier ; quand il retombe sur le sol, une mèche, disposée dans la lumière *E*, communique le




FUSIL A RESSORTS INVENTÉ EN 1871 PAR MM. CHAUVIN ET AUBIN

LL, *ouverture pratiquée dans le canon du fusil pour laisser passer l'extrémité des ressorts ;* VV, *tige taraudée traversant les ressorts et glissant dans le canon du fusil ;* P, *projectile ;* M, *manivelle servant à assurer la tension des ressorts ;* E, *écrou à charnière dans lequel se visse la tige* VV ; A, *anneau libérant la tige* VV *sous l'action de la gâchette* D ; GG, *guides. — En bas : vue en coupe des ressorts.*

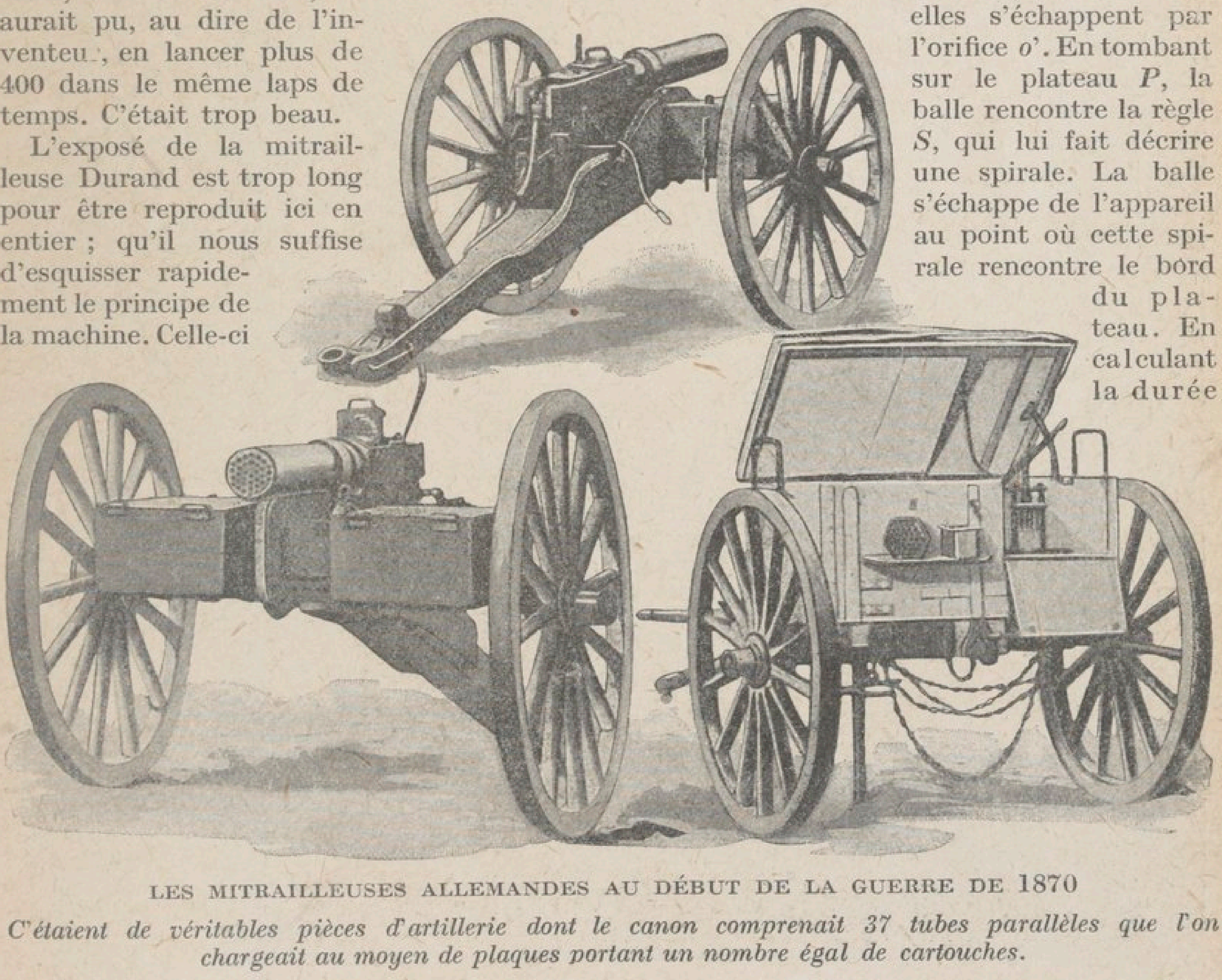
feu à la charge *c*. Le culot de plomb éclate, projetant, en même temps que ses fragments, le boulet qu'il renferme. Une demande de brevet fut déposée le 11 janvier 1871 pour le *projectile infernal*. La veille, une machine assez curieuse, dont on retrouve le principe essentiel dans un récent engin de guerre américain, avait été proposée par un autre inventeur français, M. Durand. C'était une mitrailleuse à force centrifuge; son créateur en avait construit un modèle d'essai qui lançait des balles pesant chacune 28 grammes. Elles sortaient de la machine à la vitesse de 410 mètres à la seconde, c'est-à-dire à une vitesse égale à celle que possède un projectile à la sortie d'un fusil Chassepot. Il fallait une puissance de 3 chevaux pour projeter 60 balles à la minute; avec 10 chevaux, on aurait pu, au dire de l'inventeur, en lancer plus de 400 dans le même laps de temps. C'était trop beau.




TORPILLE AÉRIENNE (1871)

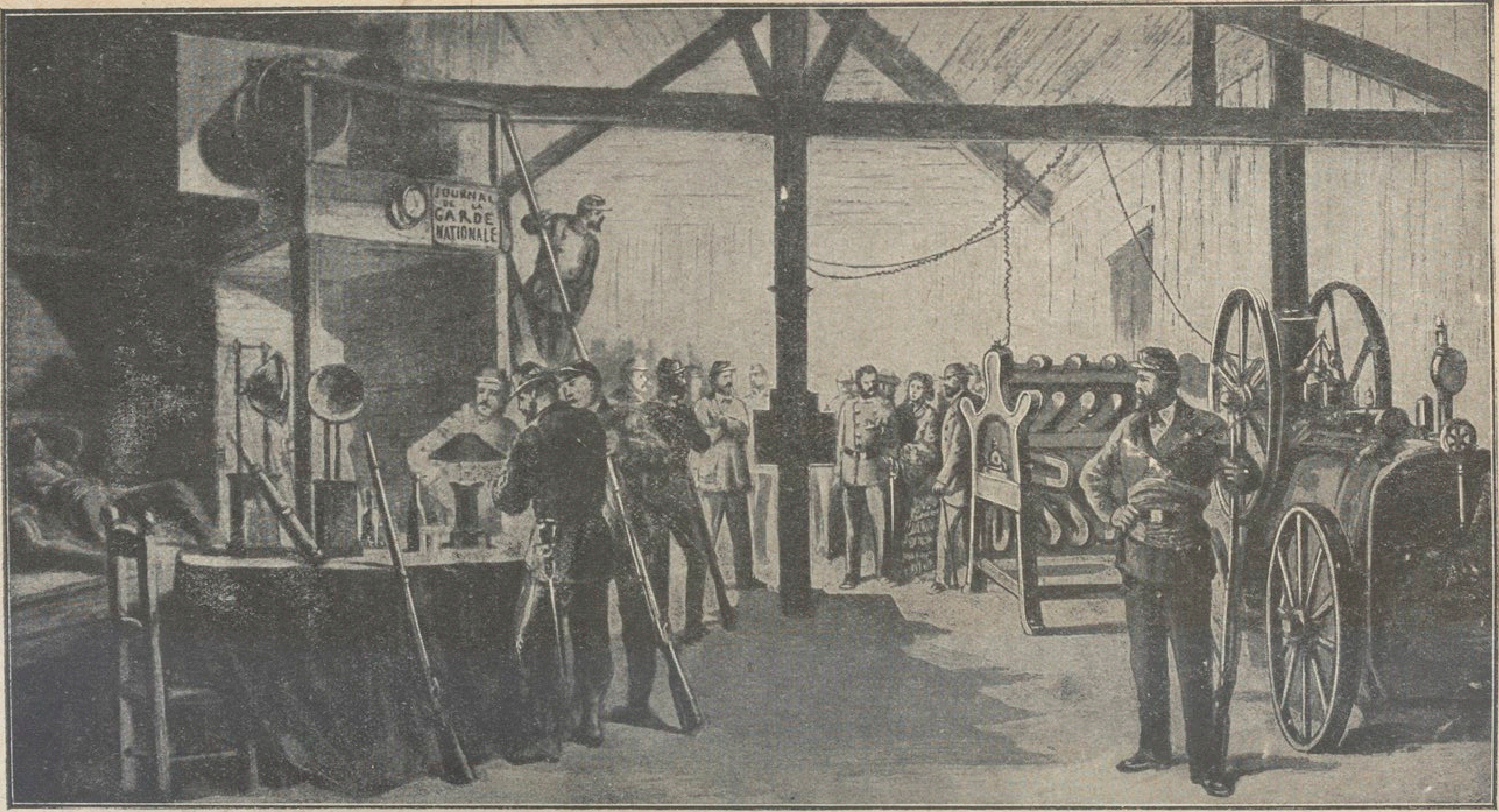
A, *tube métallique;* OD, *culot de plomb;* B, *boulet;* C, *charge de poudre;* E, *lumière;* I, *bourre.*

L'exposé de la mitrailleuse Durand est trop long pour être reproduit ici en entier ; qu'il nous suffise d'esquisser rapidement le principe de la machine. Celle-ci comprend un axe vertical *D* recevant un rapide mouvement de rotation d'une machine à vapeur quelconque. Le mouvement est transmis de la poulie *a* à l'axe *D* par tout un système de cônes à friction que, pour plus de compréhension, nous n'avons pas fait figurer sur le schéma (p. 547). Au sommet de l'axe *D* est fixé un plateau circulaire *PP*, sur lequel est située une règle verticale en acier *S*, disposée suivant l'un des rayons du plateau. Les balles sont contenues dans un récipient *R* et versées une à une au moyen d'un cylindre distributeur, mû par une manivelle *m*. Ce cylindre est percé de trous hémisphériques, disposés en hélice à la surface de ce cylindre ; ils reçoivent chacun une balle. Quand on tourne la manivelle *m*, les balles tombent successivement dans l'entonnoir *o* d'où elles s'échappent par l'orifice *o'*. En tombant sur le plateau *P*, la balle rencontre la règle *S*, qui lui fait décrire une spirale. La balle s'échappe de l'appareil au point où cette spirale rencontre le bord du plateau. En calculant la durée



LES MITRAILLEUSES ALLEMANDES AU DÉBUT DE LA GUERRE DE 1870

*C'étaient de véritables pièces d'artillerie dont le canon comprenait 37 tubes parallèles que l'on chargeait au moyen de plaques portant un nombre égal de cartouches.*




L'UN DES PRINCIPAUX PROJECTEURS ÉLECTRIQUES DE LA DÉFENSE DE PARIS, INSTALLÉ SUR LA BUTTE MONTMARTRE

*En 1870, on ne connaissait pas les puissants projecteurs de 50.000 bougies qui, les soirs d'attaque, permettent de suivre, presque aussi facilement qu'en plein jour, les mouvements de l'ennemi. Mais on recourait déjà à l'électricité pour alimenter l'appareil rudimentaire qui, dans les nuits sombres du siège de Paris, projetait son rayon éblouissant en avant des lignes prussiennes. Le projecteur établi sur la terrasse du « Moulin de la Galette » balayait de son faisceau lumineux toute la plaine nord-ouest de la capitale investie, depuis Saint-Denis, que bombardaient les batteries allemandes installées sur les hauteurs de Montmorency, jusqu'à Buzenval et Montretout.*

de chute de la balle, depuis l'orifice de l'entonnoir jusqu'au plateau, de façon à ce qu'elle soit inférieure à la durée d'une révolution entière du plateau, et en modifiant en conséquence le centrage de l'entonnoir, au moyen de la tige *T*, on arrive à tirer dans une direction bien déterminée.

L'aéronautique a tenté également les inventeurs de 1870. Tandis que l'un d'eux propose de recourir au cerf-volant monté pour surveiller les mouvements de l'armée ennemie, un autre, M. Duményy, préconise le ballon pour participer à la défense d'une ville assiégée. Il soumet l'idée d'une ligne aérienne, constituée par un chapelet de ballons dont les nacelles porteraient « les gardiens ou les défenseurs ».

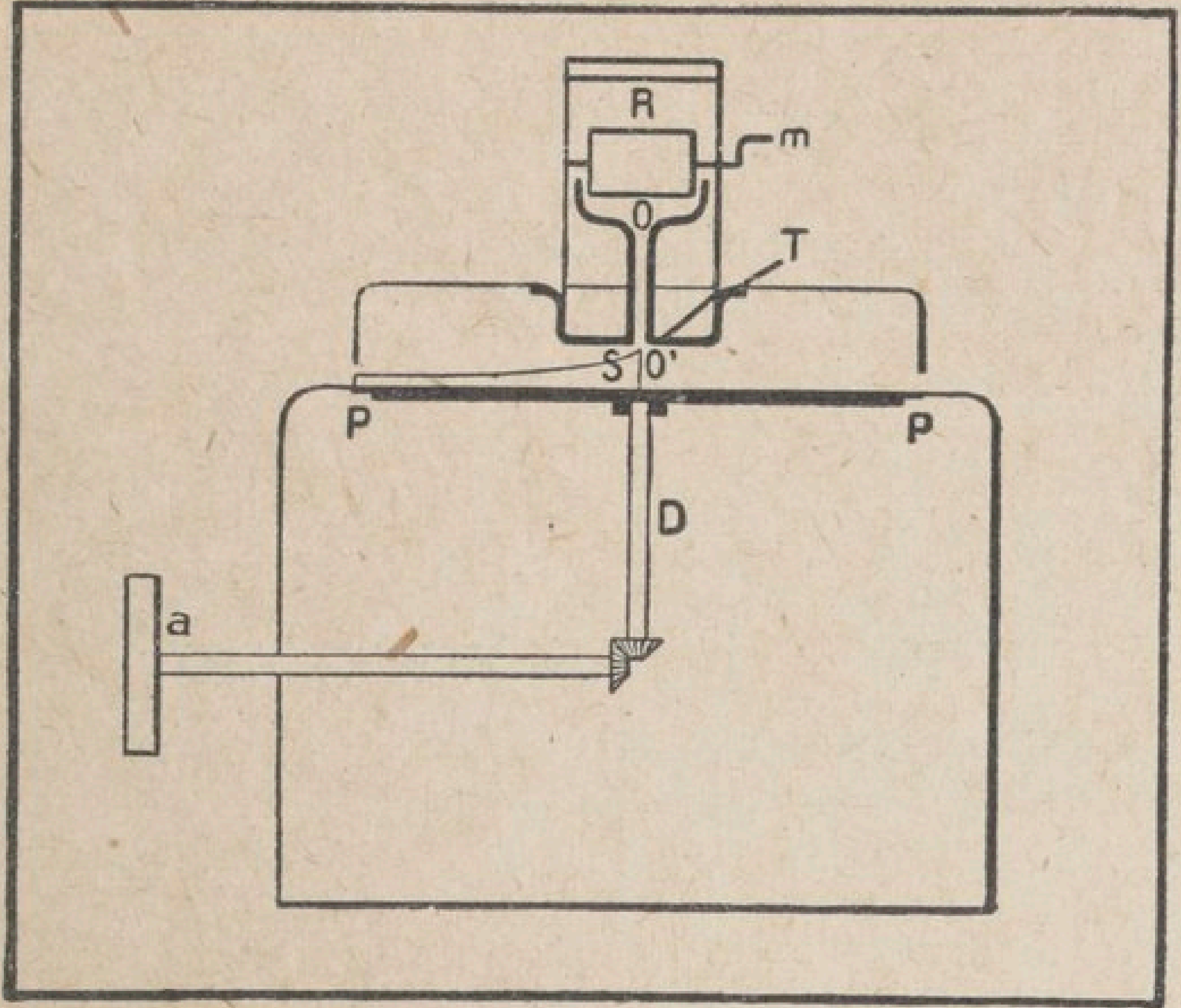
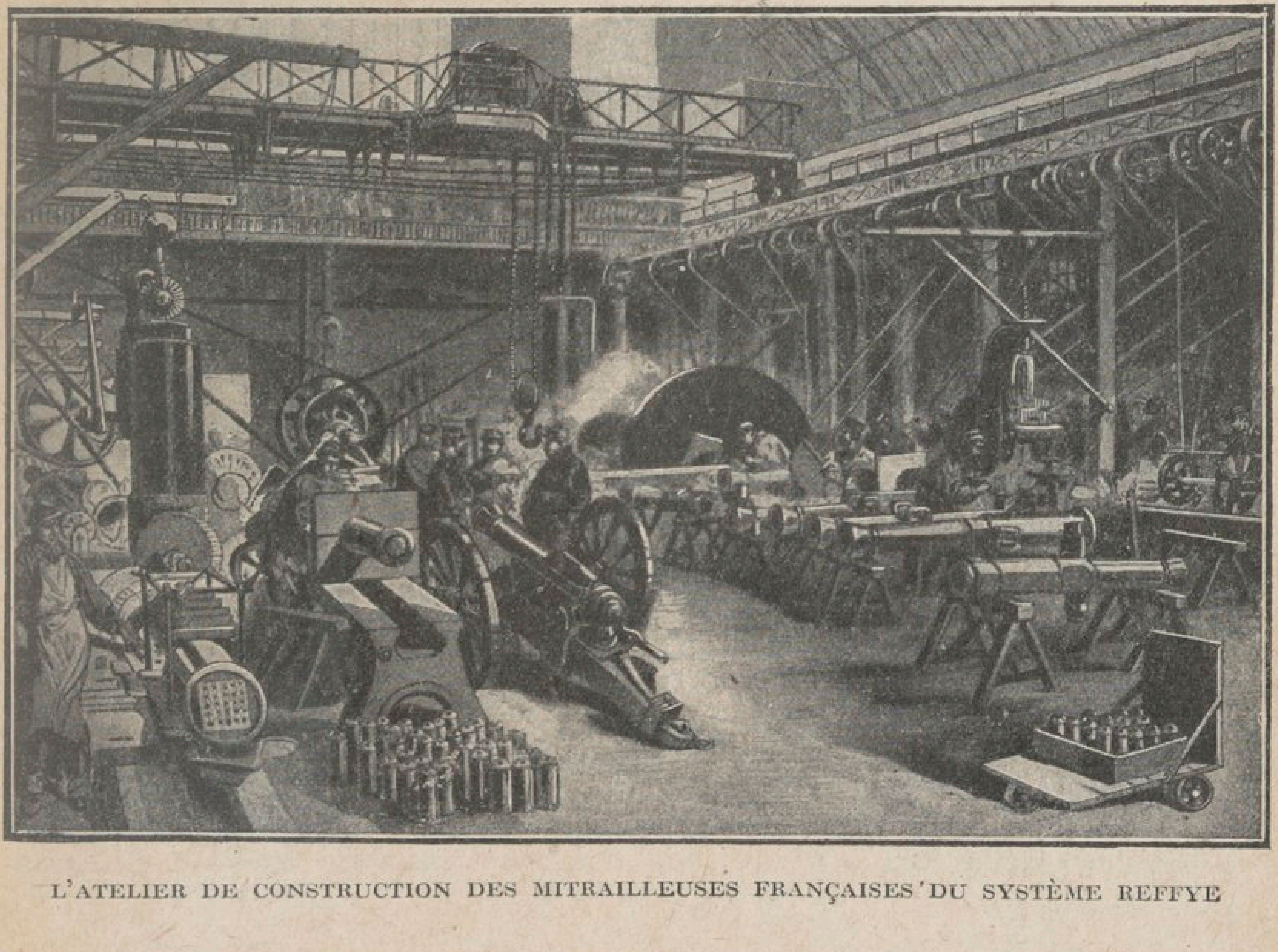



FIGURE SCHÉMATIQUE DE LA MITRAILLEUSE A FORCE CENTRIFUGE LANÇANT 400 BALLES A LA MINUTE

a, *poulie ;* D, *axe vertical ;* P P, *plateau circulaire ;* S, *règle d'acier ;* O, *entonnoir ;* O', *orifice de l'entonnoir ;* R, *réservoir à balles ;* m, *manivelle ;* T, *levier de centrage.*

Il est curieux de rappeler à ce propos que les Allemands ont établi, autour de Metz, une barrière aérienne de ce genre, pour s'opposer aux incursions nocturnes de nos aviateurs.

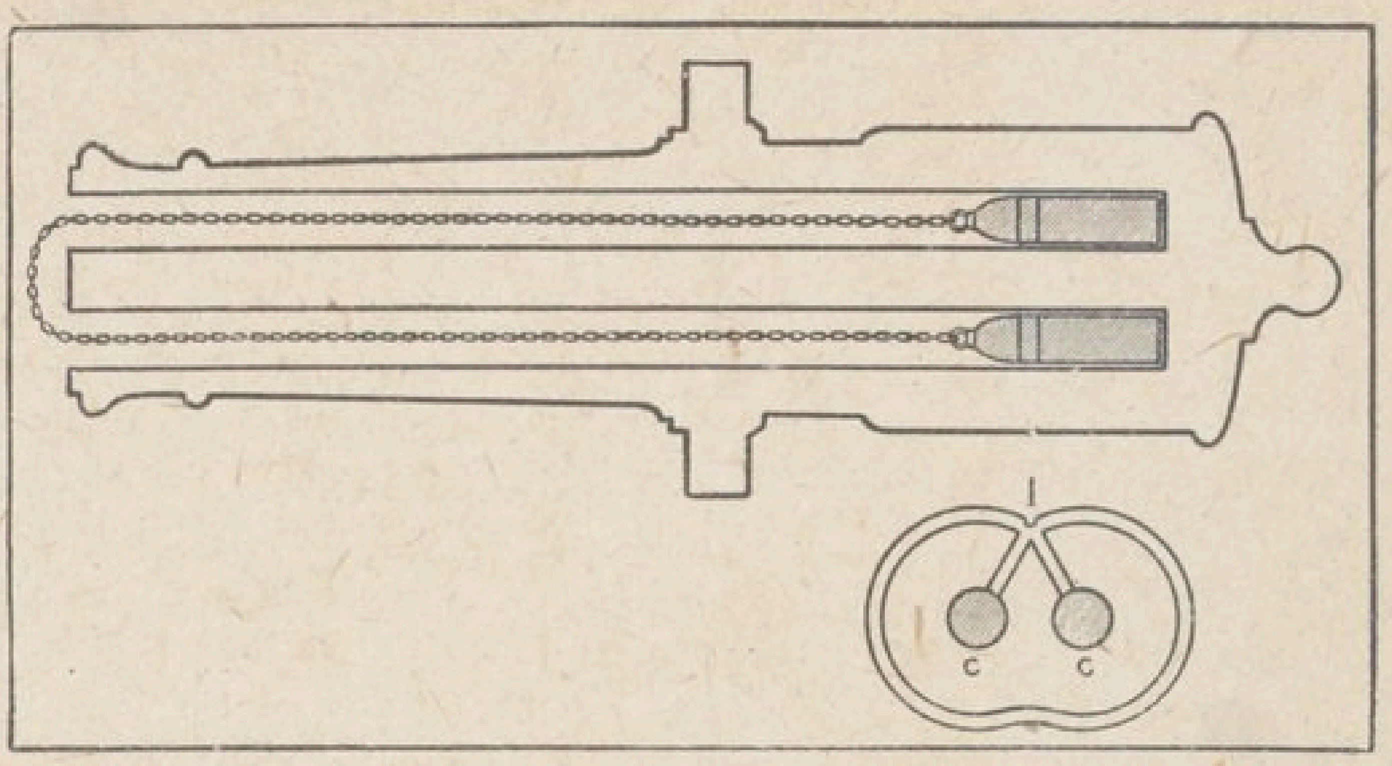
M. Duményy envisage également l'utilisation des ballons pour relier un point à un



L'ATELIER DE CONSTRUCTION DES MITRAILLEUSES FRANÇAISES DU SYSTÈME REFFYE

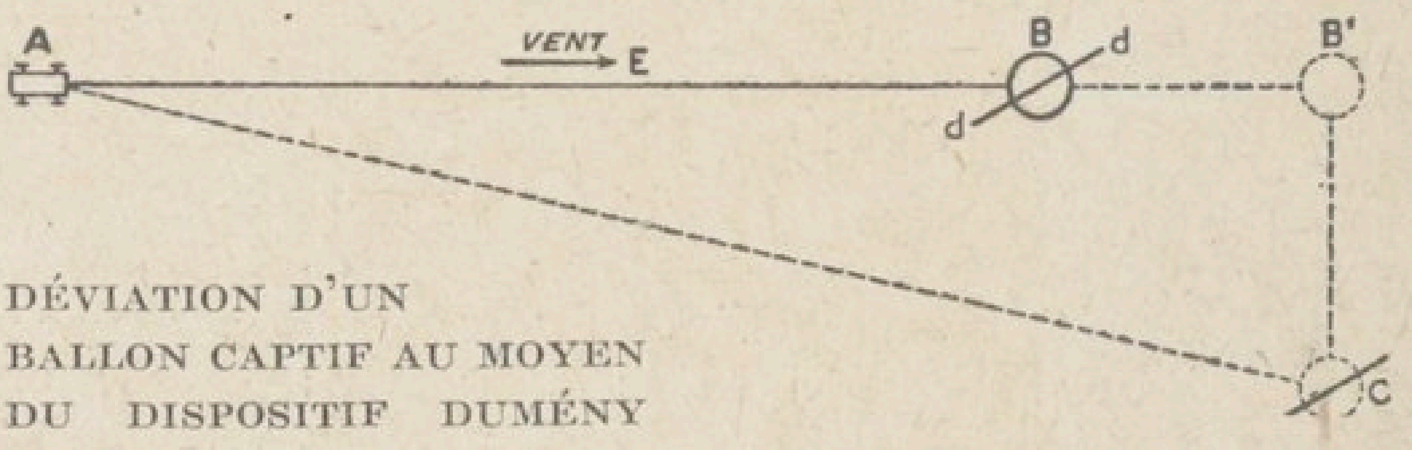
autre par un câble aérien supporté par de petits aérostats. Il imagine, en outre, un gouvernail qui est destiné à assurer au ballon captif un plus grand champ d'observation. Ce gouvernail, consistant en une surface verticale, est disposé sur la nacelle de l'aérostat.

« Admettons que le vent maintienne la ligne dans la direction *AB* alors qu'il serait nécessaire de la déporter au point *C*, par exemple. Pour y parvenir, on dévidera du câble sur une longueur suffisante pour que le ballon parvienne au point *B'*, puis on inclinera le gouvernail *dd* de telle façon que la ligne *AB* se déplace angulairement sous l'action du vent agissant dans le sens de la flèche *E*. On parviendra ainsi au but final de l'opération. » L'inventeur fait remarquer que la déviation peut être également obtenue sur la droite avec une grande facilité et que, de cette façon, une étendue considérable de terrain peut être survolée.




CANON A OBUS JUMELÉS DE M. BARON

*La pièce comprend deux canons jumeaux divergents ; les deux projectiles utilisés sont réunis par une chaîne longue de 8 m. 50 et semblent surtout destinés au dématement des navires. Les deux canons sont desservis par une seule lumière.*

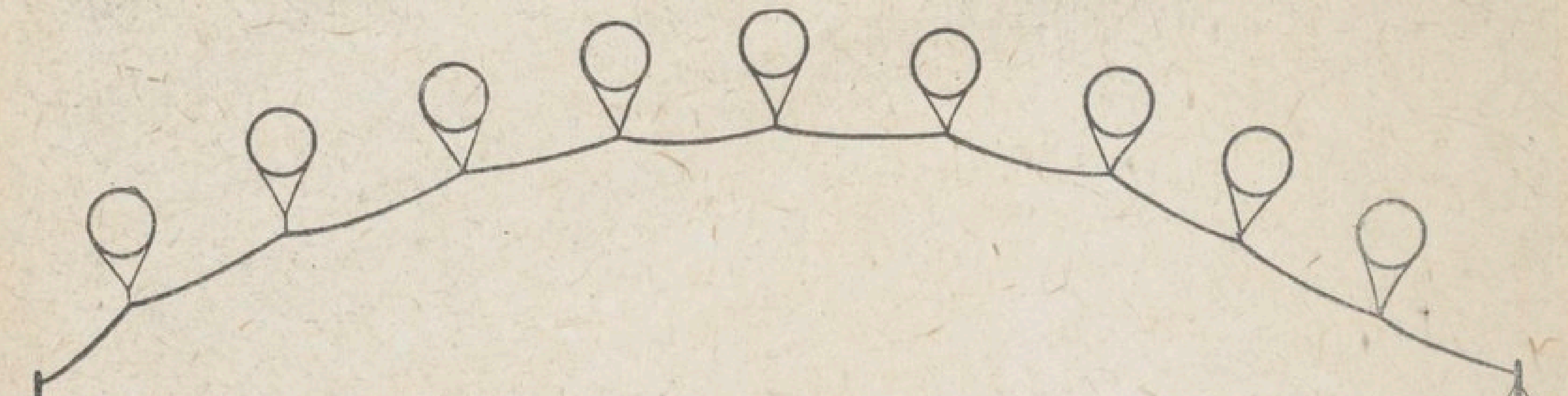



DÉVIATION D'UN BALLON CAPTIF AU MOYEN DU DISPOSITIF DUMÉNY

A, *point d'attache du ballon au sol ;* E, *direction du vent ;* B, *direction prise par le ballon ;* C, *direction à prendre ;* dd, *gouvernail déviateur.*

Un expert en tableaux, M. Chéradame, et un rentier, le comte Devaulx de Chambord, prirent un brevet le 13 janvier 1871 pour un dirigeable à deux carènes fusiformes. Le projet est peut-être un peu fantaisiste, mais il contient un point extrêmement intéressant. Pour diriger l'aéronef en altitude, les inventeurs décrivent un système de poids mobile qui figure aujourd'hui sur les zeppelins du plus récent modèle. L'équilibre de ceux-ci est, en effet, assuré par un wagonnet que l'on déplace à volonté le long d'un rail situé dans la quille. Le déplacement de ce wagonnet lesté complète très efficacement les effets utiles du gouvernail d'altitude.

Dans une voie différente, il faut citer aussi les projets d'un M. Girard, qui imagina un pylône d'observation constitué par une série de tubes télescopiques. Ces tubes, déployés, auraient permis, assure M. Girard, d'élever jusqu'à 100 mètres de haut un observateur.



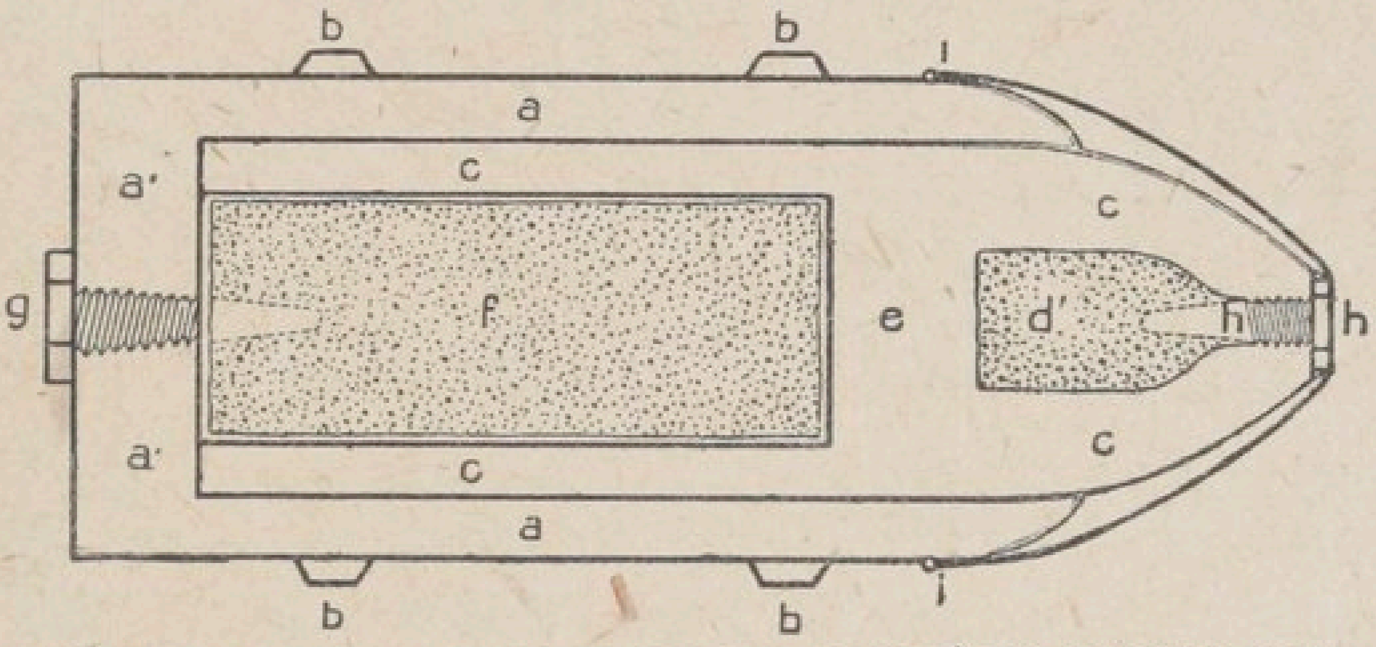
LIGNE DE FRANCHISSEMENT CONSTITUÉE PAR UNE SÉRIE DE PETITS BALLONS

*L'auteur du projet préconise aussi le ballon pour participer à la défense d'une ville assiégée. La ligne aérienne serait formée par un chapelet de ballons dont les nacelles porteraient « les gardiens ou les défenseurs ». Les Allemands ont imaginé un système à peu près identique en avant de Metz.*

La rigidité était obtenue par de nombreux haubans en acier, ce qui, entre parenthèses, eût été très probablement insuffisant. Mais ce qu'il faut retenir de ce projet, c'est la similitude de principe et d'aspect du tube d'observation avec les pylônes employés actuellement pour la T.S.F. et parfois aussi, dans l'armée allemande, pour l'observation.

Cette invention remonte au mois d'août 1870. Quand les Allemands mirent le siège devant Paris, la Commission des Travaux de Défense fit savoir qu'elle cherchait le moyen de lancer, en cas d'assaut, du sulfure de carbone dans les fossés des fortifications et sur les brèches faites par l'ennemi. Le même M. Girard présenta alors « un appareil qui permettait non seulement de lancer à 30 ou 40 mètres de distance des bouteilles à liquide asphyxiant, mais de les projeter aussi facilement jusqu'à 200 et 300 mètres dans les travaux de parallèles et de telle façon qu'elles ne se cassent qu'arrivées au but ».

Le perfectionnement des canons fut, en 1870 et en 1871, l'objet de nombreuses recherches. On remarque l'invention de M. Baron, consistant en un canon à obus jumelés, qui, tout récemment, fut *réinventé* par un ingénieur italien, qui le destine principalement au dématement des navires. L'idée de M. Baron consiste à grouper deux canons jumeaux mais divergents, c'est-à-dire placés non parallèlement et desservis par une seule lumière, de façon que le feu soit instantané dans les deux âmes. Les deux canons reçoivent chacun un obus. Ces deux obus sont reliés l'un à l'autre par une chaîne de 8 m. 50 de long. L'inflammation peut être déterminée par une mèche ou par percussion.

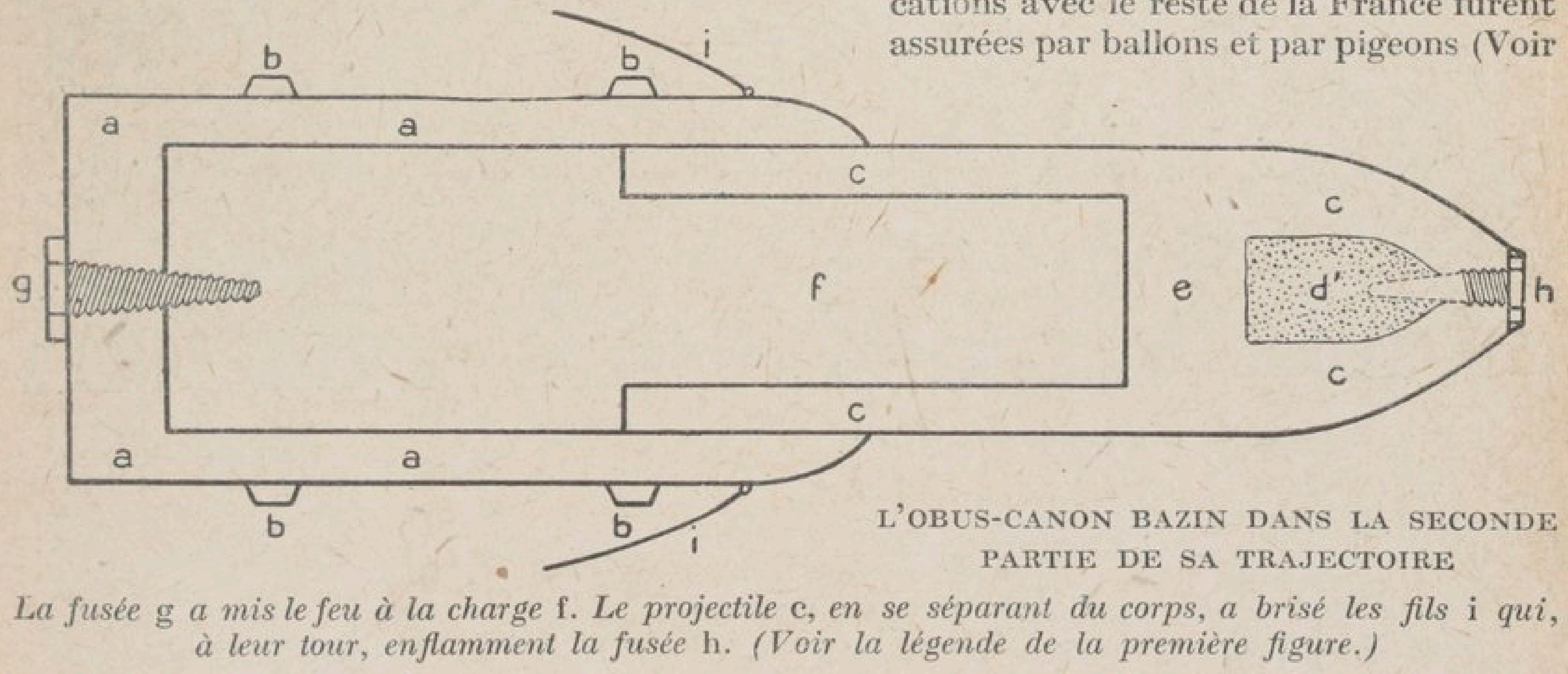



L'OBUS-CANON BAZIN DANS LA PREMIÈRE PARTIE DE SA TRAJECTOIRE

aa, *parois de l'obus formant lui-même canon ;* a'a', *fond de l'obus ;* bb, *saillies servant à guider le projectile dans le canon de la pièce d'artillerie ;* cc, *projectile proprement dit ;* d', *charge explosive du projectile ;* f, *charge assurant la séparation de l'obus formant canon* aa, *avec le projectile proprement dit* cc ; g, *fusée déterminant l'explosion de la charge* f ; h, *fusée mettant le feu à la charge* d' *et enflammée elle-même par la rupture des fils* ii.

En 1870, la portée des canons était autrement restreinte qu'aujourd'hui, où certaines pièces tirent jusqu'à 35 kilomètres de distance. Aussi, avec tant d'autres, M. Bazin s'est-il efforcé d'accroître la portée des pièces d'artillerie en imaginant un *projectile à double trajectoire.* Le projectile proprement dit est contenu lui-même dans une enveloppe formant canon ; à une certaine distance de son point de départ, distance rigoureusement calculée à l'avance, affirme l'inventeur, le projectile est chassé à son tour de son enveloppe et projeté en avant avec une nouvelle force. Il poursuit ainsi la trajectoire amorcée, ce qui augmente dans une proportion considérable la portée des canons de tous calibres.

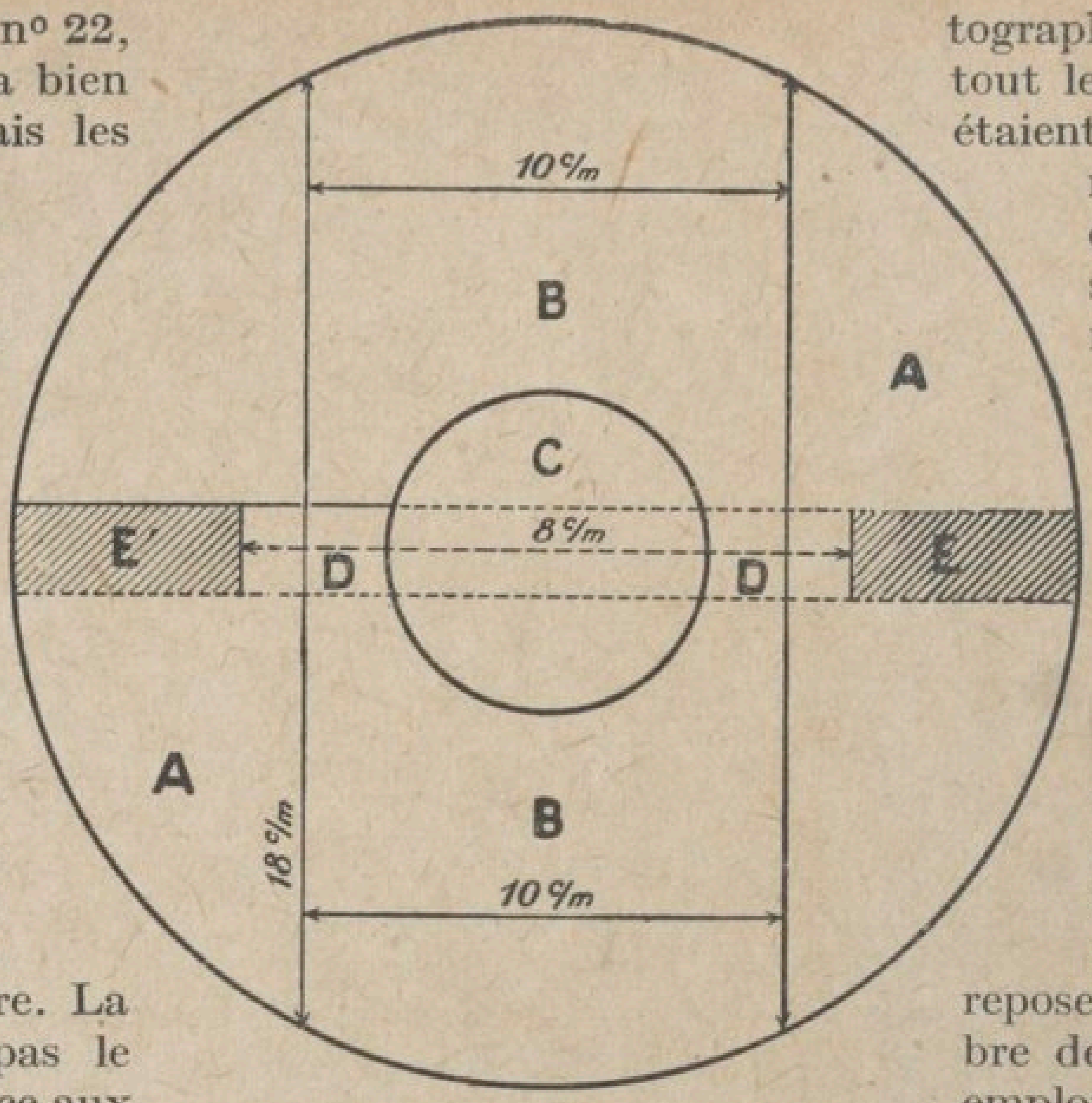
Pendant le siège de Paris, les communications avec le reste de la France furent assurées par ballons et par pigeons (Voir




L'OBUS-CANON BAZIN DANS LA SECONDE PARTIE DE SA TRAJECTOIRE

*La fusée* g *a mis le feu à la charge* f. *Le projectile* c, *en se séparant du corps, a brisé les fils* i *qui, à leur tour, enflamment la fusée* h. *(Voir la légende de la première figure.)*

*La Science et la Vie* n° 22, p. 225). On rechercha bien d'autres moyens, mais les projets présentés étaient tous irréalisables, pratiquement du moins. C'est ainsi qu'un inventeur, M. Delort, proposa de se servir d'une boule métallique creuse, qui, contenant des lettres, des dépêches ou des photographies, pourrait parvenir en pays non occupé, sous la seule action du courant d'un fleuve ou d'une rivière. La boule ne quittait pas le fond de l'eau où, grâce aux petites aubes dont on l'avait pourvue, elle était animée d'un mouvement de rotation continuel. Elle comportait trois compartiments : deux chambres à air *AA*, fermées hermétiquement, lui assuraient une légèreté suffisante pour franchir les petits obstacles qu'elle aurait pu rencontrer ; une autre chambre *BB* était



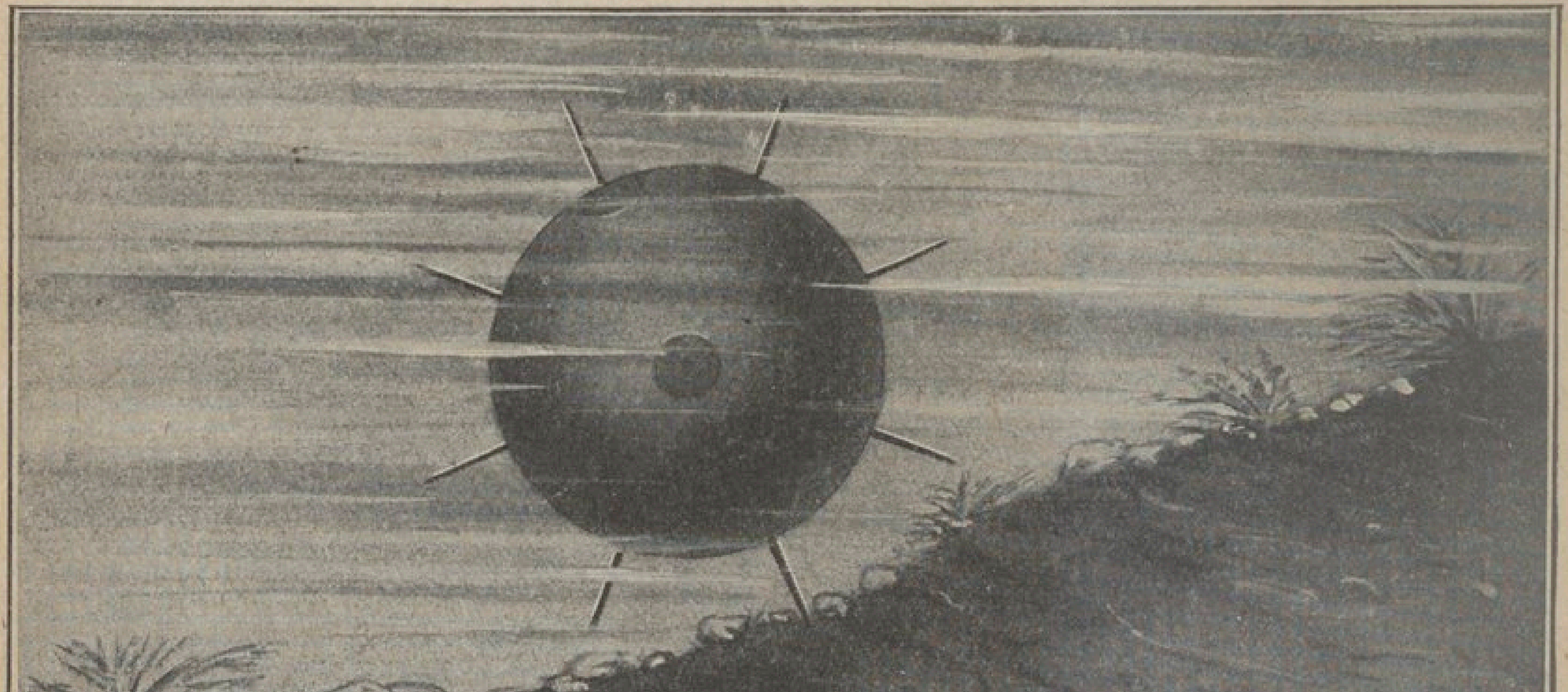

BOULE PORTE-DÉPÊCHES DE M. DELORT

AA, *chambres à air ;* BB, *chambre centrale destinée à recevoir les dépêches ;* C, *couvercle de la chambre centrale ;* DD, *tube hermétiquement fermé par les bouchons* EE' *et pouvant contenir des photographies roulées.*

tographies roulées. Sur tout le contour de la boule étaient placées des aubes métalliques. L'idée était assez intéressante, mais la boule ne serait que très rarement arrivée à destination parce que les herbes ou tout autre obstacle un peu important l'auraient certainement arrêtée.

Ces inventions ne sont intéressantes que parce qu'elles renferment l'idée de principe sur laquelle reposent un certain nombre de moyens de combat employés avec succès dans la guerre moderne.

Depuis la création du Sous-Secrétariat d'Etat des Inventions, 30.000 projets ont été soumis à la commission d'examen ; 600 seulement ont été retenus ; un nombre infime a été réalisé. Ces chiffres sembleraient décevants, si nous n'avions la conviction que parmi les inventions rejetées comme fruit



LA BOULE PORTE-DÉPÊCHES EMPORTÉE PAR LE COURANT D'UNE RIVIÈRE

destinée à recevoir les documents. Le couvercle *C* fermait la sphère. Un tube central *DD*, obturé à ses extrémités par les bouchons *EE'*, pouvait contenir des pho-

d'une fantaisie irréalisable, il en est beaucoup dont un avenir prochain nous démontrera sans doute la valeur méconnue.

MARCEL VILVANDET.

# LES A-COTÉS DE LA SCIENCE

## *INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS*

**Par V. RUBOR**

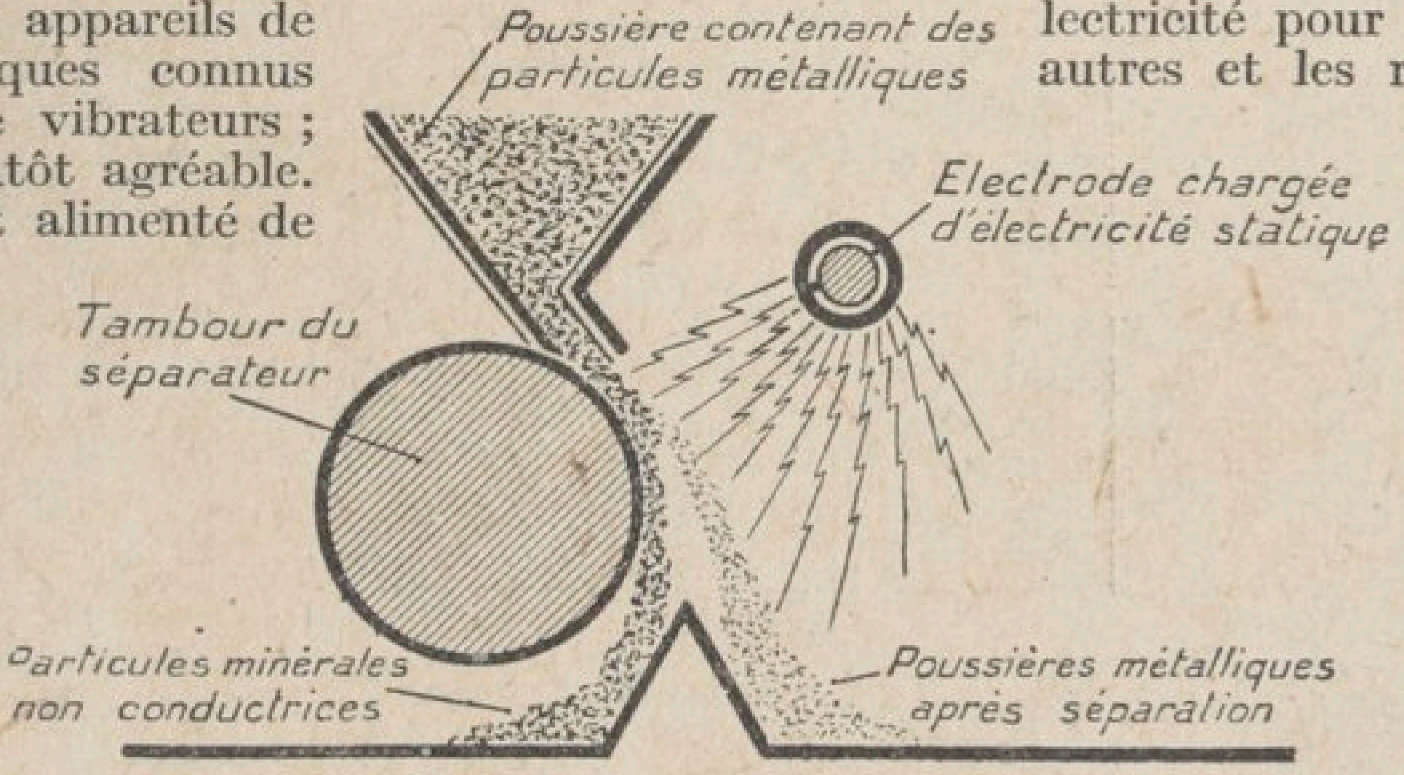
### Un curieux rasoir électrique.

Il ne suffisait plus que le rasoir moderne fût de sûreté, puisqu'on vient de le rendre, en outre, automatique. Est-il besoin d'ajouter que cette innovation est américaine? La construction de ce rasoir est basée sur le même principe que la tondeuse électrique, déjà quelque peu ancienne; au lieu d'être fixe, la lame est animée d'un mouvement de va-et-vient presque imperceptible qui lui est communiqué par un moteur du type vibreur logé dans la poignée de l'instrument; son action est donc beaucoup plus celle d'un ciseau que d'un couteau et, en fait, il n'est pas besoin pour raser de la promener en long sur la peau, mais seulement de la déplacer au fur et à mesure que l'opération progresse. La sensation que donne cette dernière est tout à fait analogue à celle des appareils de massage électriques connus sous le nom de vibrateurs ; elle est donc plutôt agréable. L'instrument est alimenté de courant au moyen d'un câble souple terminé par une prise de courant pouvant s'adapter à une douille de lampe électrique. La consommation de courant est très peu élevée.

RELIÉ A UNE DOUILLE DE LAMPE ÉLECTRIQUE, CE RASOIR OPÈRE AUTOMATIQUEMENT

### Séparateur électrostatique.

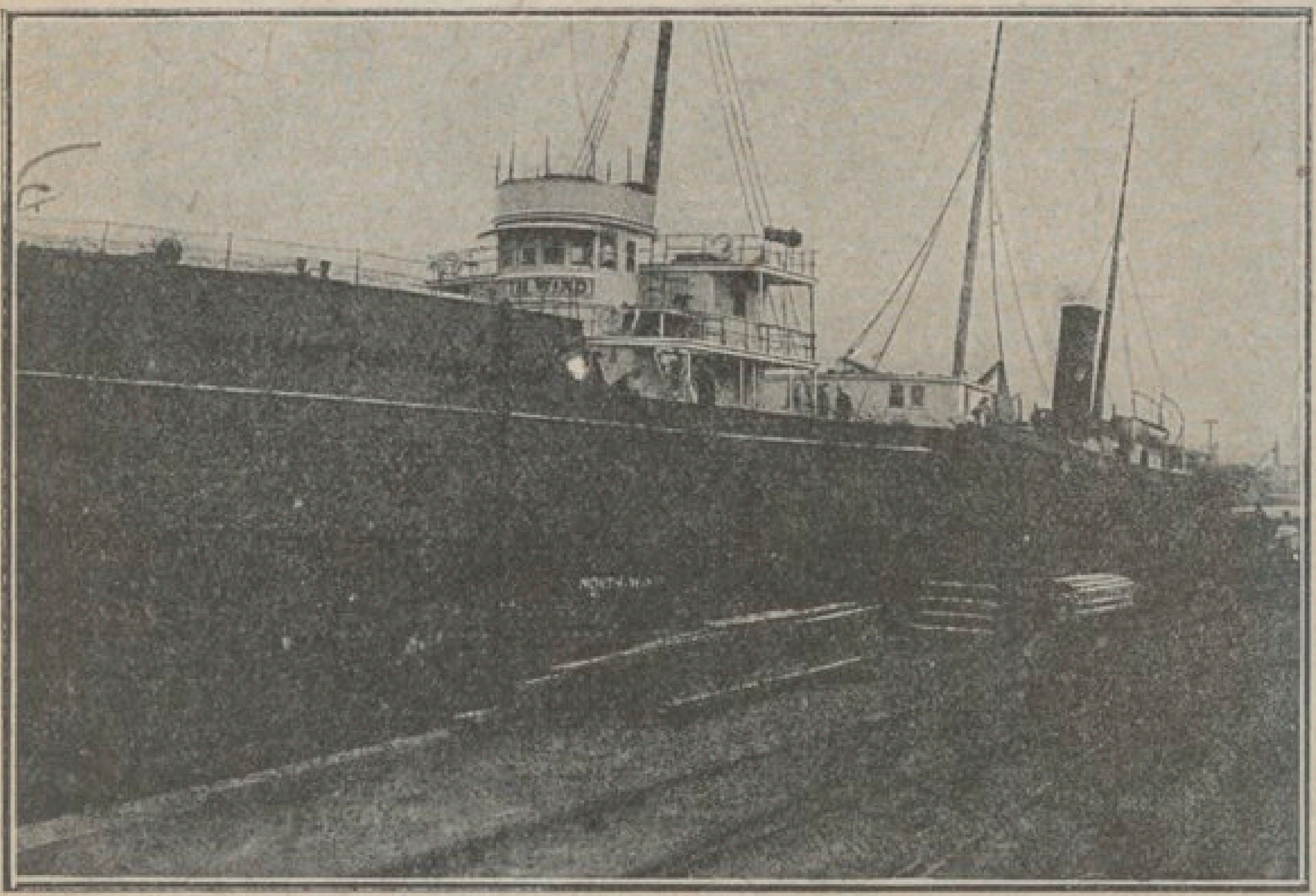
Le paramagnétisme du fer et de l'acier est depuis longtemps mis à profit dans les méthodes de séparation des particules de ces métaux qui peuvent être contenues dans des poussières et poudres minérales ou métalliques. Quand on veut, cependant, isoler indistinctement toutes les particules métalliques que peut renfermer une poussière quelconque, on ne peut évidemment faire appel au principe de l'aimantation. Une méthode récente consiste à employer une électrode chargée d'électricité statique à haut potentiel qui, chargeant à distance d'ions de polarité contraire toutes les particules amenées dans leur chute le long du tambour à passer près d'elle, attire suffisamment celles qui appartiennent à des corps bons conducteurs de l'électricité pour les séparer des autres et les rassembler dans le deuxième compartiment du séparateur. Cette méthode peut rendre de grands services dans les ateliers où l'on travaille les métaux précieux, car elle permet de récupérer très facilement des particules en assez grande quantité.




DISPOSITIF DU SÉPARATEUR ÉLECTROSTATIQUE

## Des navires que l'on coupe en deux pour leur faire traverser un canal.

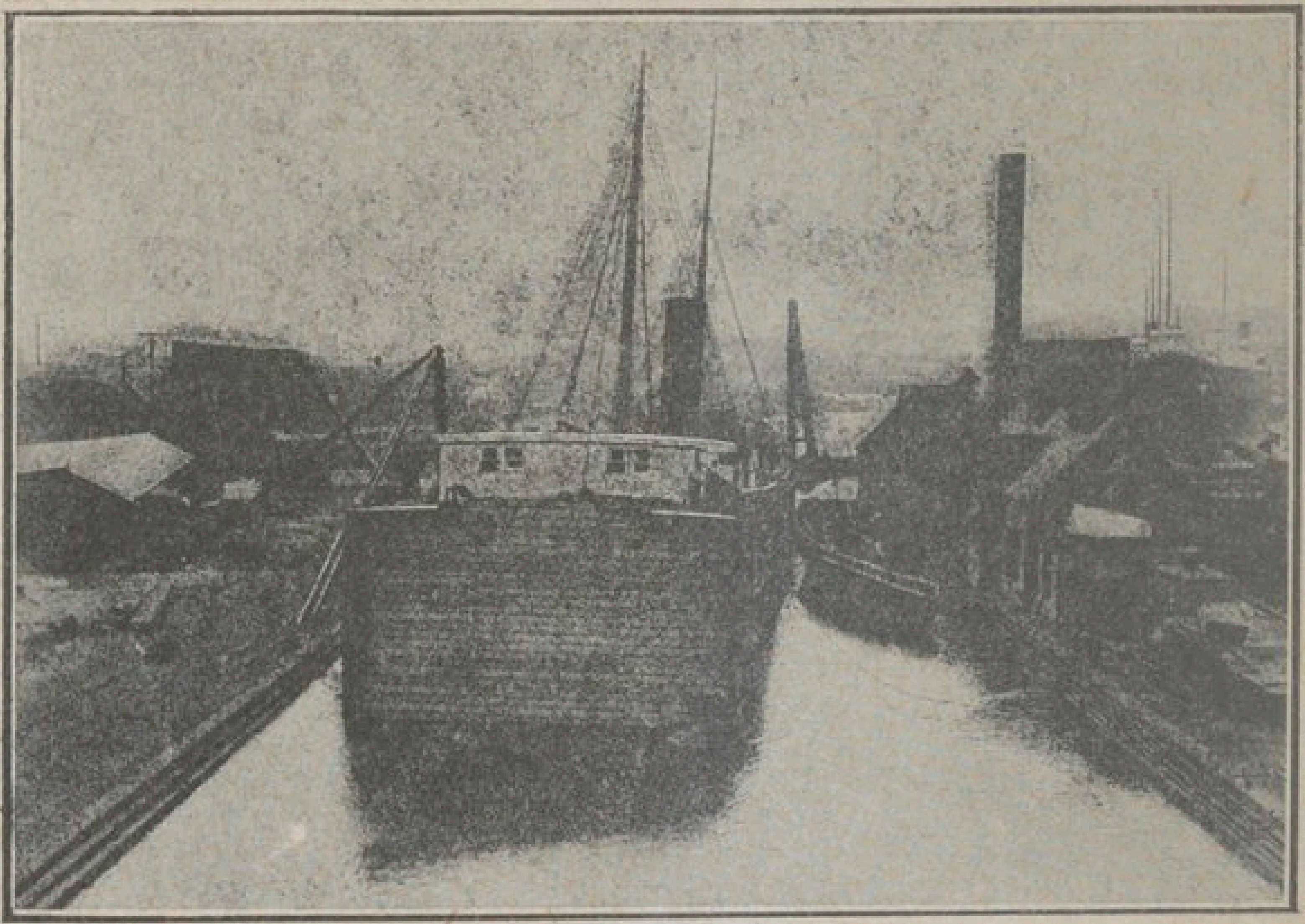
On sait que les grands lacs américains (lacs Supérieur, Michigan, Huron, Erié et Ontario) sont de véritables mers intérieures qui, communiquant toutes entre elles, relient ensemble par voie d'eau plusieurs Etats de l'Amérique ainsi qu'avec le Canada et même avec la mer par le fleuve Saint-Laurent et le canal Welland (celui-là même que les agents de von Papen avaient voulu détruire). Ces lacs, profonds et étendus, sont le siège d'une navigation intense conduite par des navires à voiles et à vapeur de toutes dimensions. Les grands cargo-boats n'y sont pas rares, dont la vitesse, les qualités nautiques et l'endurance ne le cèdent en rien aux vapeurs de mer. Par ces temps de pénurie extrême de tonnage, il était naturel de songer à utiliser quelques-uns de ces bâtiments pour le ravitaillement des Alliés et cela d'autant plus que, pour passer de l'eau douce à l'eau salée, il n'est besoin que de substituer un condenseur par surface à leur condenseur par mélange, opération relativement peu importante et peu coûteuse. Une seule difficulté se présentait, propre, il est vrai, à faire échouer le projet : un grand nombre des navires des lacs étaient de dimensions trop grandes pour traverser les écluses du canal Welland. Elle fut tournée grâce à une solution extrêmement radicale, qui consista à... couper les bâtiments en deux avant le passage des écluses en question, puis à raccorder, comme si de rien n'était, les deux tronçons après le franchissement de l'obstacle.



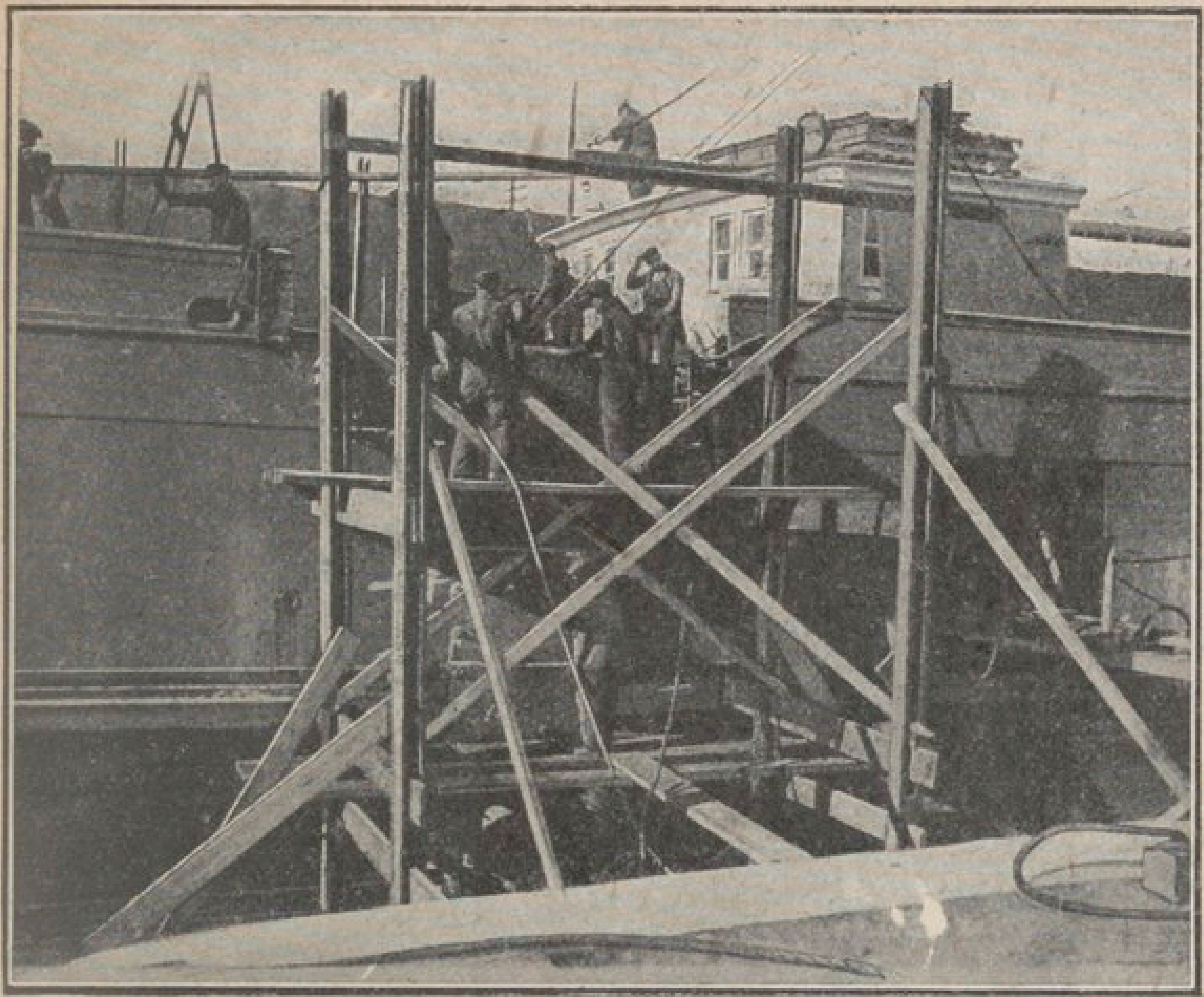
LE CARGO-BOAT EST SÉPARÉ EN DEUX TRONÇONS

La première réquisition porta sur treize navires de 90 à 125 mètres de longueur. Nos illustrations représentent l'un d'eux, le *North Wind*, de 100 mètres environ de long, dans un dock des Grands Lacs, où on est en train de le couper en deux, puis ses deux moitiés flottant chacune de son côté, et enfin, le raccordement des deux tronçons. La séparation s'effectue au moyen du chalumeau à acétylène et aussi en faisant sauter la tête des rivets d'assemblage des plaques du bordé.

Dans le cas du *North Wind*, qui ne diffère guère des autres, le navire fut placé en cale sèche et des cloisons de bois très résistantes furent élevées de la quille au ras du pont pour transformer chaque tronçon en un caisson flottant ; les joints furent calfatés soigneusement pour rendre les cloisons bien étanches. Les deux tronçons à peu près de même longueur, furent ensuite séparés, remorqués isolément jusqu'au canal dont ils traversèrent les écluses sans difficulté, puis réintroduits en cale sèche où ils furent as-



CHAQUE TRONÇON FORME UN CAISSON FLOTTANT



LES DEUX MOITIÉS DU BATEAU SONT RACCORDÉES PAR UNE CEINTURE EN TOLE D'ACIER BOULONNÉE

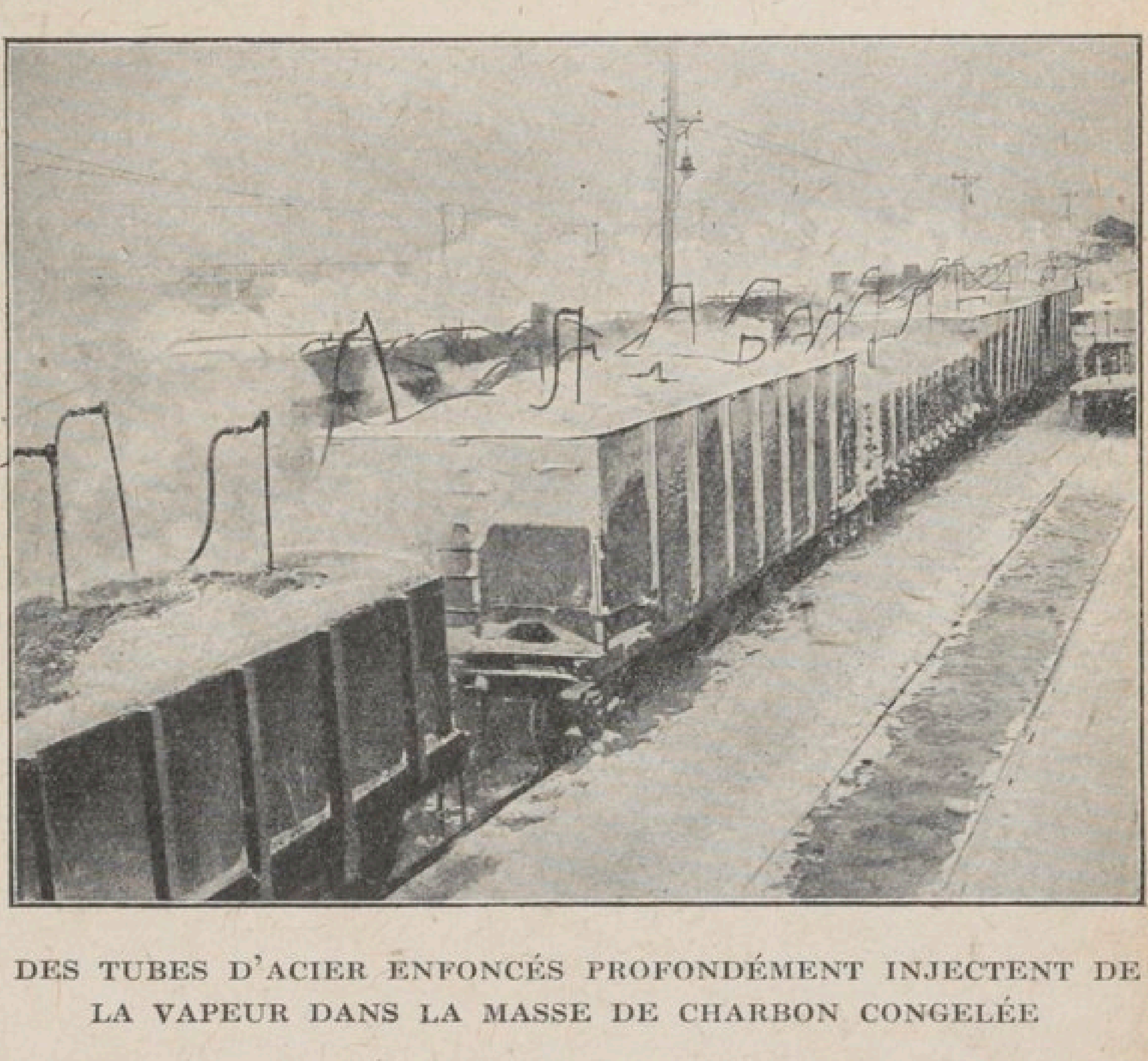
semblés de nouveau, et cela avec une rapidité absolument prodigieuse.

Cette opération, très intéressante en elle-même, montre surtout avec quelle hardiesse les ingénieurs américains envisagent et exécutent des conceptions qui sembleraient à bon droit impossibles. Il nous est cependant permis de nous demander si des navires capables d'être aussi radicalement « opérés » possèdent par eux-mêmes une résistance transversale offrant une marge de sécurité suffisante pour affronter la traversée presque toujours très dure de l'océan Atlantique.

## Du charbon qu'on est obligé de dégeler.

Les Etats-Unis fournissent depuis longtemps déjà l'appoint nécessaire au ravitaillement en charbon de tous les autres pays de l'Entente, à l'exception de l'Angleterre, qui, non seulement se suffit à elle-même, mais qui a eu, depuis le commencement de la guerre, le rôle difficile d'approvisionner tous ses alliés. Si, à bien d'autres points de vue, les Etats-Unis n'étaient nullement préparés à la guerre, ce dont on ne saurait leur faire un reproche, rien n'y était non plus étudié pour permettre de drainer, le cas échéant, pratiquement, toutes les ressources du pays vers un seul point de la côte de l'Atlantique. Et c'est pourtant là qu'elles doivent parvenir, ces richesses (le terme n'est pas exagéré) indispensables à la victoire des armes alliées sur le vieux continent. Parmi ces richesses, on sait qu'il n'en est pas de plus précieuse à l'heure actuelle que le charbon; or, les mines américaines n'étaient nullement exploitées dans une mesure qui pût s'accommoder de l'énorme surcroît de production qu'on leur demande aujourd'hui: manque de main-d'œuvre, manque de matériel roulant, manque de moyens de transport par mer, voilà les difficultés, hélas! pas nouvelles pour nous, auxquelles les Américains ont dû faire face. Ils avaient, heureusement, plus que nous les moyens de les résoudre et ils s'y sont employés, s'y emploient encore avec l'activité et l'esprit de décision qu'on s'est toujours plu à reconnaître à ce peuple énergique et primesautier.

Le problème des transports par voie ferrée en général et du transport du charbon en particulier a été cependant compliqué, durant



DES TUBES D'ACIER ENFONCÉS PROFONDÉMENT INJECTENT DE LA VAPEUR DANS LA MASSE DE CHARBON CONGELÉE

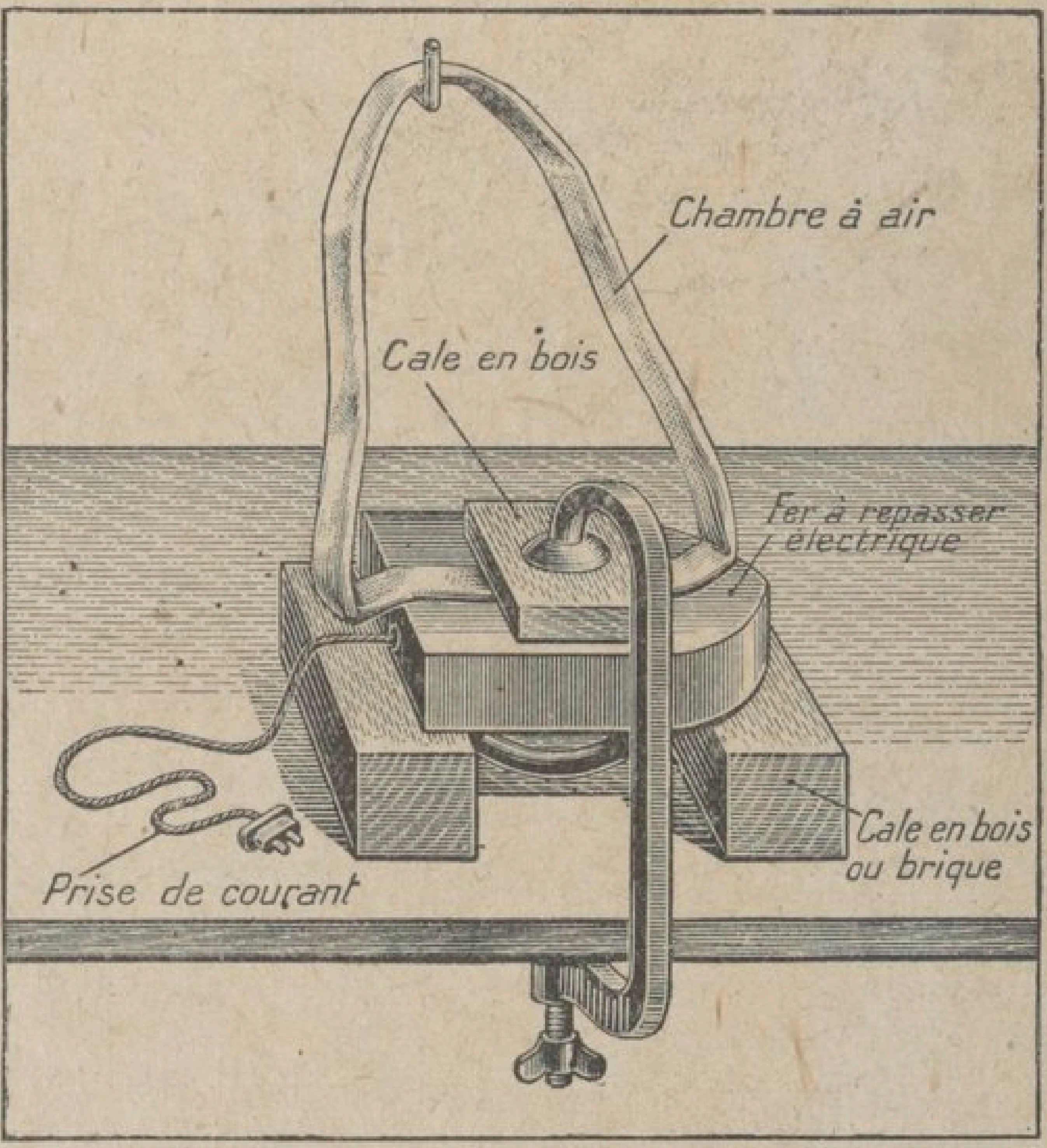
ces derniers mois, d'une difficulté que nous ne connaissons guère : celle des tempêtes de neige, qui arrêtent et bloquent les convois pendant plusieurs jours, congestionnant les voies et les stations, retardant l'acheminement de cette houille tant désirée et, du même coup, le départ des navires chargés, mais manquant de combustible. Le froid, lui-même, également très rigoureux, beaucoup plus qu'en France, compliqua la situation. D'innombrables trains de charbon furent gelés ; il faut entendre par là que le charbon, dans chaque wagon, se transformait en un bloc congelé dans lequel il fallait faire pénétrer de la vapeur d'eau pour amener un réchauffement progressif sans lequel il eût été impossible de procéder au déchargement.

La photographie que nous reproduisons plus haut montre la façon dont cette opération s'effectue : on enfonce dans le charbon des tuyaux en acier reliés par des conduites de caoutchouc à une canalisation de vapeur ; on réchauffe ainsi la houille jusqu'à complet dégel.

Point n'est besoin de souligner ce que cette nécessité a de préjudiciable à la disponibilité des chargements et les frais supplémentaires qu'elle occasionne aux gros exportateurs de charbon.

## Vulcanisez vous-même vos chambres à air.

Si vous voulez vulcaniser vous-même à la maison et sans grands frais les chambres à air des pneumatiques de votre motocyclette ou de votre voiturette, voici une manière de procéder qui vous donnera toute satisfaction. Faut-il encore, cependant, que vous possédiez un fer à repasser électrique dont votre femme vous laisse la disposition pour une besogne qui pourrait bien le rendre à tout jamais impropre à sa destination primitive. Pour éviter toute discussion, achetez-lui en un neuf et gardez l'autre pour votre usage. Maintenant, opérez comme suit : nettoyez d'abord la chambre à l'endroit de la crevaison au moyen d'essence ou de benzine ; oignez-en les bords sur une étendue suffisante d'un bon ciment spécial pour ce genre de réparation ; coupez la pièce de caoutchouc au diamètre voulu, et appliquez-la à l'endroit de la crevaison, mais seulement lorsque le ciment est bien sec. Tout est prêt alors pour la cuisson que vous allez effectuer ainsi : renversez le fer sur deux cales de bois ou mieux deux briques, comme indiqué sur le dessin ; placez la chambre à plat sur le fer à l'endroit de la pièce ; posez sur celle-ci une cale en bois, et serrez le tout au moyen, par exemple, d'un serre-joint de menuisier. Reliez le fer à un circuit de lumière par sa prise de courant ; laissez chauffer pendant cinq minutes et le tour est joué.




SERRÉE CONTRE LE FER ÉLECTRIQUE, LA PIÈCE EST VULCANISÉE SUR LA CHAMBRE A AIR EN CINQ MINUTES

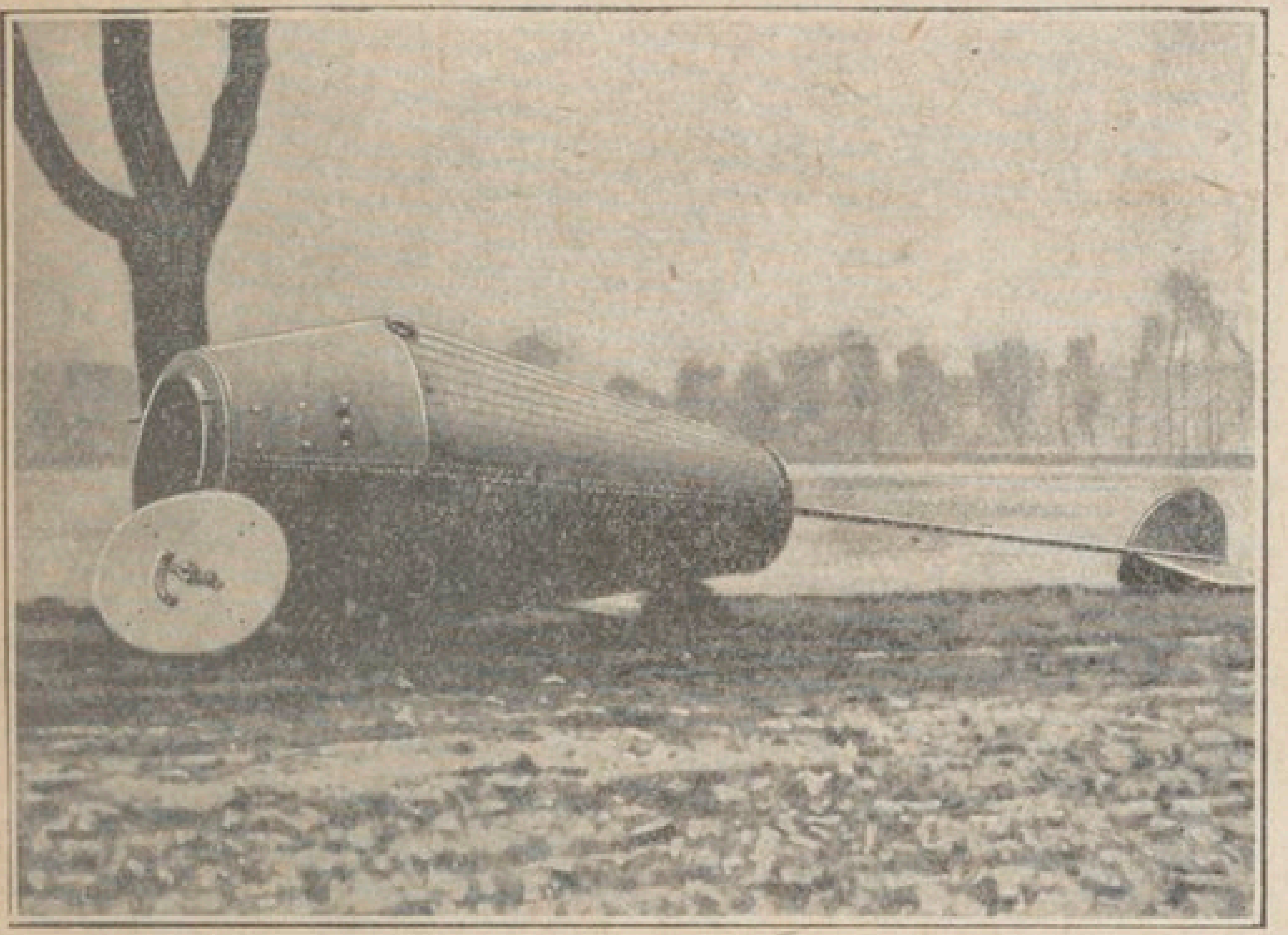
## Un nouvel alliage d'aluminium

Les alliages d'aluminium sont innombrables. On nous en signale pourtant un nouveau doué, paraît-il, de qualités exceptionnelles. Il contient de 9 à 10 % en poids de calcium. Cet alliage serait plus léger que l'aluminium lui-même, tout en étant beaucoup plus dur et moins oxydable ; il pourrait être aussi travaillé et coulé avec infiniment plus d'aisance que ce dernier métal ou n'importe quel de ses composés. Le calcium joue d'ailleurs un rôle purifiant en empêchant l'oxydation pendant la coulée. Ces qualités rendent l'alliage en question particulièrement approprié à la fabrication de certaines pièces destinées aux automobiles et aux aéroplanes.

Bien entendu, le calcium s'enflammant et brûlant même à des températures relativement basses, l'alliage nouveau ne peut être obtenu par simple fusion des deux métaux mélangés. Il faut un certain tour de main qui consiste à pousser sous la surface de l'aluminium en fusion de petits morceaux de calcium et à les y maintenir jusqu'à ce qu'à leur tour ils soient complètement fondus.

## Un nouveau mode d'engin de sauvetage en mer.

Les types de bouées, canots, radeaux de sauvetage n'ont cessé de s'accroître en nombre depuis le sinistre naufrage du *Titanic*, les chercheurs redoublant de zèle et d'efforts chaque fois que la presse relate, et elle n'en a que trop l'occasion, de nouvelles pertes de vies humaines en mer. Nous avons ici même décrit plusieurs des engins les plus efficaces de sauvetage maritime dans un article spécial et, occasionnellement, au hasard de nos recherches dans le domaine des inventions. Nous venons précisément d'en découvrir un nouveau qui nous paraît intéressant par le principe différent qui a présidé à sa conception.



BOUÉE DE SAUVETAGE « TRITON », NON IMMERGÉE, AVEC SON COUVERCLE ENLEVÉ

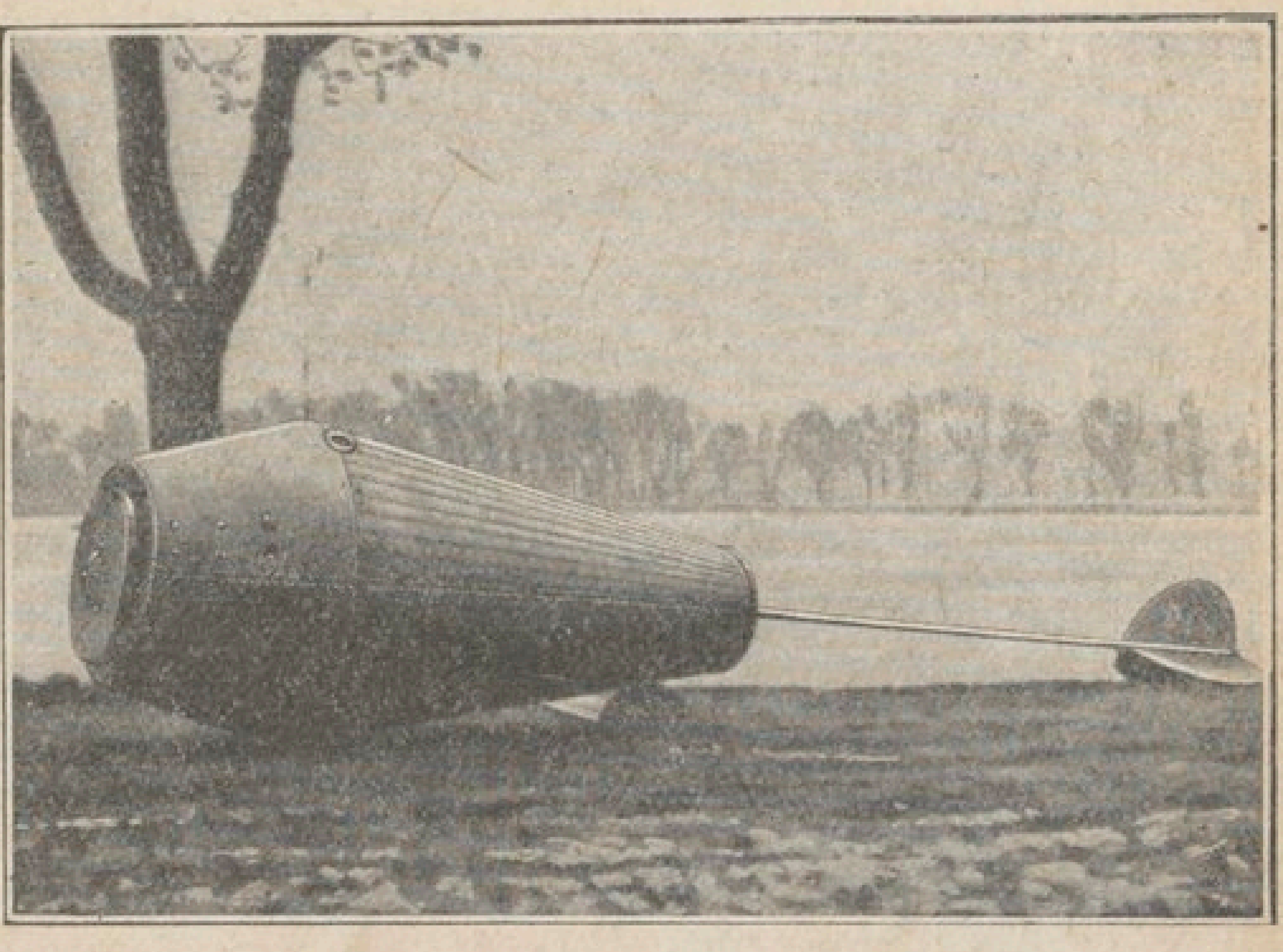
Ce principe consiste à lancer à l'eau, après y avoir placé le nombre de personnes qu'elles peuvent contenir chacune, des chambres en acier, étanches et closes, qui réduisent considérablement les risques très grands courus par les passagers ou membres de l'équipage d'un navire sinistré au moment de l'abandon du bord. Ces chambres renferment, en outre, des provisions de bouche et de l'eau potable en quantités suffisantes pour permettre aux trois adultes qu'elles peuvent abriter, de se sustenter pendant cinq jours. Les bouées sont munies de lampes électriques, alimentées par des accumulateurs, et de signaux fumeux et lumineux pour attirer de jour et de nuit l'attention des navires appelés sur les lieux par télégraphie sans fil ou venant à passer dans le voisinage.

Une des caractéristiques intéressantes de l'appareil est la queue dont il est muni, queue faite d'une longue tige d'acier terminée par trois ailettes rayonnantes, dont le but est d'empêcher le chavirement ainsi que les balancements insupportables ou les mouvements tournants trop accusés.

En temps normal, les bouées de sauvetage sont conservées à bord, sur le pont de préférence, démontées, de sorte que corps et capots sont placés les uns dans les autres, comme le montre une de nos gravures, et ne prennent pas beaucoup de place. Le remontage serait rapide et commode ; les passagers pénètrent dans les corps de bouée ; les capots sont mis en place ainsi que les couvercles, et les engins sont lancés, c'est-à-dire mis à l'eau. Ces opérations, effectuées par deux hommes, n'exigent, paraît-il, pas plus d'une minute, et le lancement peut être effectué sans danger si les circonstances l'exigent, alors même que le navire est encore en marche à une bonne vitesse

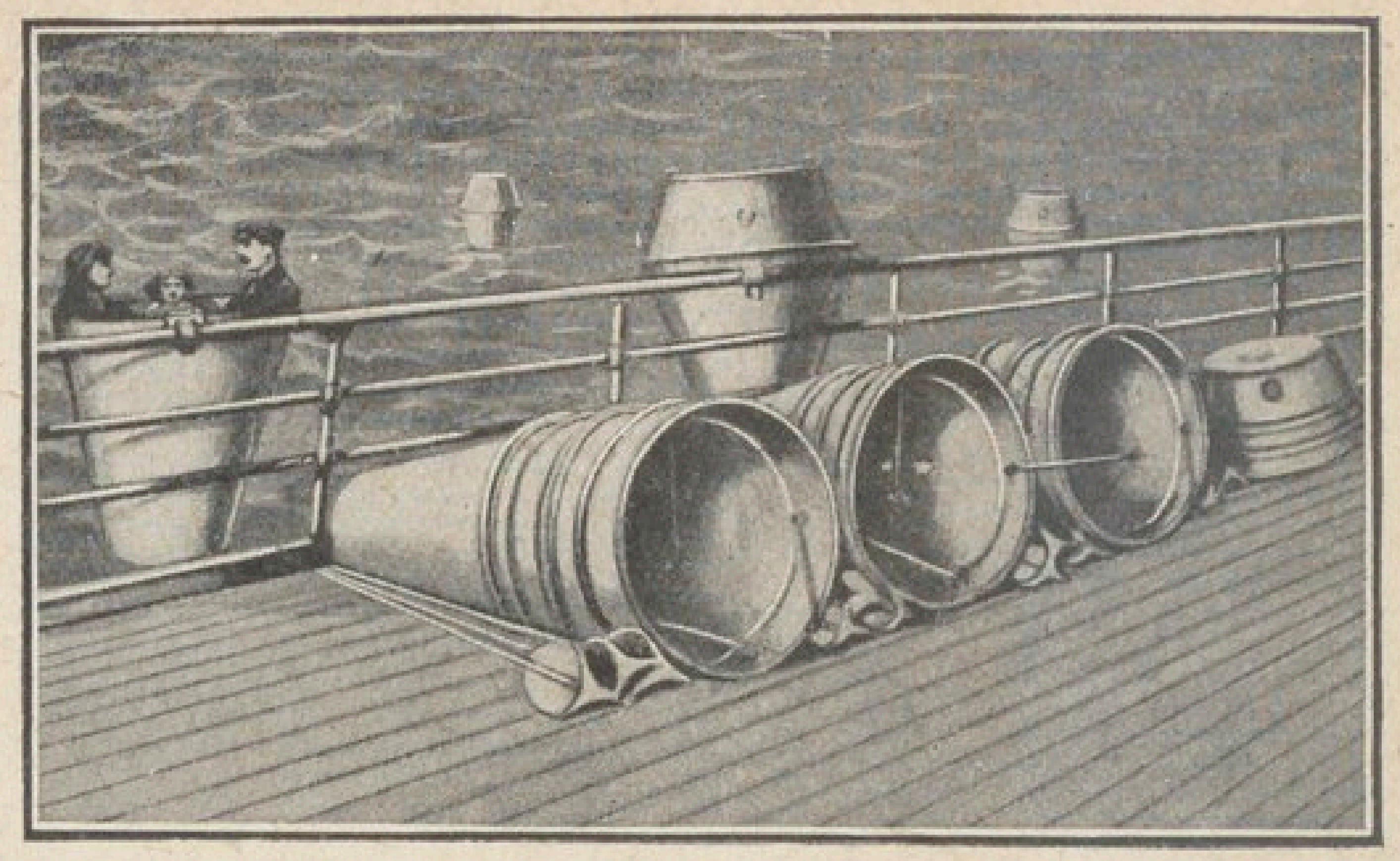
Le système de fermeture du capot, bien qu'absolument sûr, est aussi simple que le loquet d'une porte et peut être manœuvré du dedans comme du dehors. La bouée est à double coque, pour n'être pas à la merci d'une voie d'eau fatale résultant, par exemple, d'une collision avec une autre bouée ou les flancs du navire de secours. Par ailleurs, le matelas d'air qui sépare les deux parois joue le rôle d'isolant thermique et empêche que l'habitat ne soit beaucoup trop froid.

L'inventeur du nouvel appareil de sauve-



BOUÉE TOUTE MONTÉE ET MUNIE, DANS SON AXE, DE SA QUEUE STABILISATRICE

tage a prévu le cas où, en raison du mauvais temps ou de l'état de la mer, les occupants seraient contraints de mettre le capot et le couvercle en place et de demeurer longtemps enfermés dans leur étroit logement ; dans ce cas, des évents spéciaux se chargent automatiquement d'aérer et de ventiler l'intérieur de la bouée ; la nuit, les lampes électriques, qui jouent aussi le rôle de feux de navigation et attirent l'attention de sauveteurs éventuels, atténuent, pour les malheureux réfugiés l'horreur de l'attente et de l'angoisse.



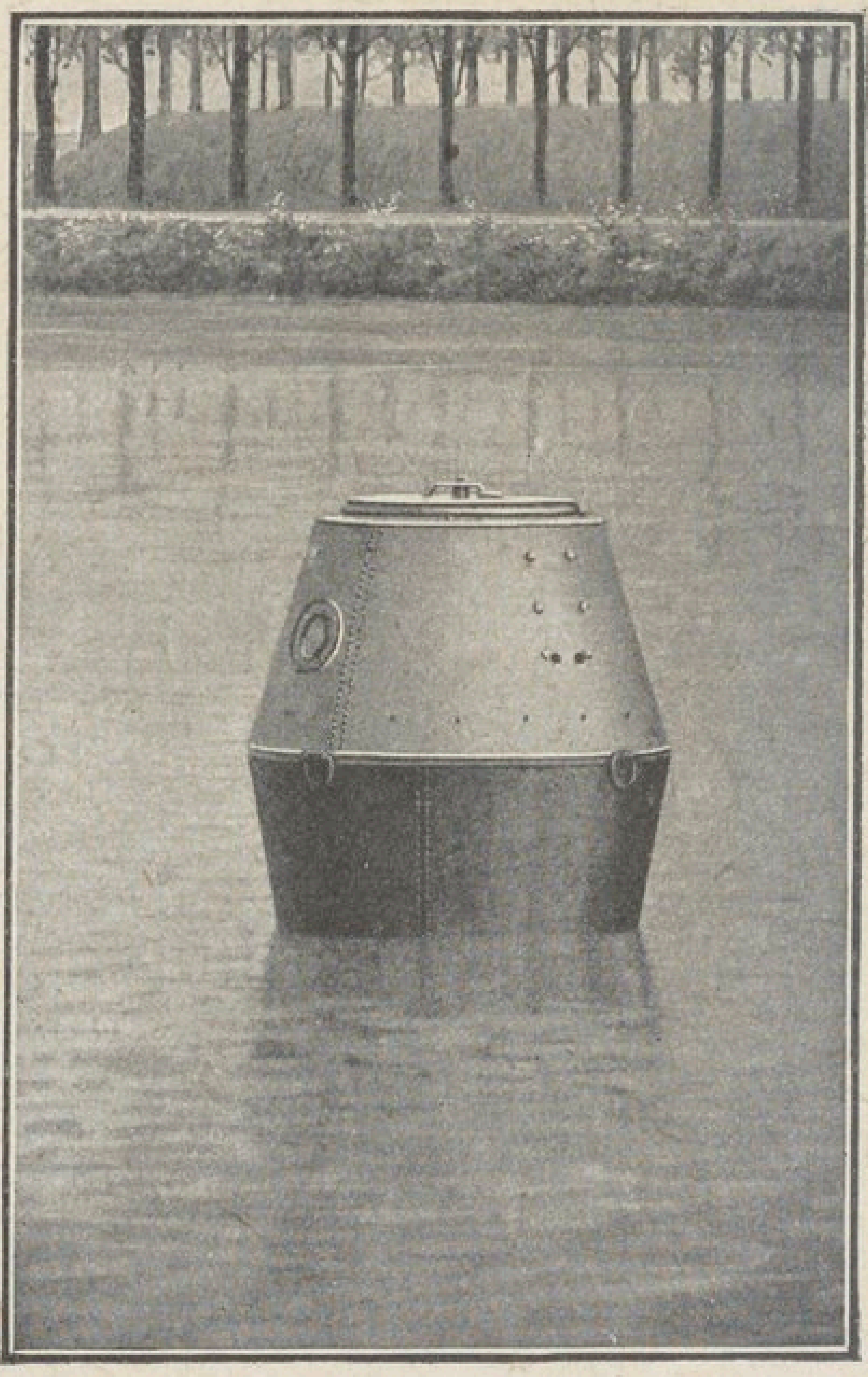
BOUÉES DISPOSÉES SUR LE PONT D'UN PAQUEBOT

*Elles sont démontées pour tenir moins de place et les corps sont rentrés les uns dans les autres.*

L'appareil a été essayé dans des conditions reproduisant, aussi fidèlement que possible, celles de la réalité et a fonctionné parfaitement bien.

## Signaux de brume par téléphonie sans fil.

La téléphonie sans fil a fait depuis la guerre d'immenses progrès, surtout aux Etats-Unis. Les procédés qui, aujourd'hui, permettent des portées considérables, n'ont plus la complexité, la délicatesse et l'instabilité de ceux que nous connûmes avant la guerre. Partout où le besoin d'une station radiophonique se fait sentir, on peut maintenant procéder à son installation avec la confiance que l'on accorde depuis longtemps aux stations de télégraphie sans fil. Une preuve vient de nous en être fournie qui offre en même temps une solution nouvelle et intéressante au difficile problème de la sécurité de la navigation en vue des côtes par temps de forte brume, ou de très faible visibilité.



ESSAI DE FLOTTABILITÉ DE LA BOUÉE

*Chargée d'un poids de 225 kilos, représentant le poids de trois adultes, la bouée flotte dans d'excellentes conditions.*

Le Service des Communications navales américain a, en effet, procédé récemment à l'installation d'un appareil radiophonique destiné à compléter la protection offerte par un feu lorsque ce feu ne peut être aperçu d'assez loin par les navires qui sont en mer.

Cet appareil, installé à la pointe Judith, permet aux capitaines de relever avec une exactitude suffisante la distance et l'orientation du feu lorsque le brouillard, la brume, la pluie ou la neige seraient susceptibles de les induire en erreur quant à leur position par rapport au dangereux écueil.

La direction du point d'émission est obtenue avec une bonne approximation par la recherche de l'intensité maximum des signaux reçus qui, toutes choses restant égales, a une relation nettement définie avec l'orientation propre du navire. Quant à la question de la distance, de beaucoup la plus importante, on n'a pas jugé que le même procédé de la recherche de l'intensité maximum qui, pour un cas donné, augmente d'autant plus que l'on se rapproche du point d'émission, pouvait suffire à garantir qu'un navire ne se rapprocherait jamais dangereusement d'un écueil si-

gnalé par des ondes hertziennes de portée non définie. On a donc cherché autre chose.

Voici comment cette grosse question de la distance a été résolue : l'appareil radie, toutes les cinq secondes, les mots : « Feu de la pointe Judith » avec une énergie calculée de manière que les navires se trouvant à plus de huit milles marins de distance ne puissent recevoir le signal, tout au moins clairement. Si, cependant, pour une raison ou pour une autre, ils se rapprochent de l'écueil à moins de deux milles, environ, ils entendent alors ces mots (radiés par conséquent avec une énergie plus faible) : « Vous vous rapprochez ; restez au large », émis après chaque troisième répétition du premier signal. Ces signaux peuvent être reçus avec un récepteur de T. S. F. ordinaire et avec un détecteur quelconque, y compris le détecteur à cristaux. La longueur d'onde d'émission est continuellement changée dans les limites de 550 à 650 mètres, et passe, par conséquent, par les harmoniques de toutes les longueurs d'ondes sur lesquelles les appareils de réception des navires de toutes nationalités peuvent être réglés.

L'appareil radiophonique de la pointe Judith a déjà permis d'éviter de nombreux accidents. Il serait souhaitable que de semblables installations fussent créées sur certains points des côtes françaises où la navigation est extrêmement dangereuse la nuit ou par des temps de brume épaisse. L'entrée de certains de nos ports serait rendue ainsi beaucoup plus facile.

## Pile et lampe combinées pour l'éclairage des laboratoires de photographie.

MANIÈRE de la construire : prendre un récipient de verre, le vase d'une pile Leclanché, par exemple ; en fermer l'orifice au moyen d'un plateau percé de deux petits trous pour le passage d'un crayon de zinc (de préférence amalgamé) et d'un crayon de charbon (graphite), et d'un troisième trou central plus grand permettant d'introduire et de suspendre dans le vase une éprouvette. Placer dans le fond de celle-ci une petite ampoule électrique de 2 volts à 2 volts ½, qui sera maintenue en position par un bouchon de liège du diamètre approprié et auquel sera assujettie la douille de la lampe. Verser dans le vase, jusqu'à deux ou trois centimètres du bord, une solution obtenue de la façon suivante : dissoudre 180 grammes de bichromate de potasse dans un litre d'eau et ajouter lentement 540 grammes d'acide sulfurique. La pile ainsi obtenue peut maintenir entre ses électrodes une force électromotrice de 2 volts ½. Bien entendu, on aura connecté la lampe aux bornes au moyen de fils souples. On pourrait, en somme, utiliser directement une pile au bichromate de potasse si ce genre de pile ne comportait pas dans sa forme classique un vase à col étroit qui ne permettrait pas l'introduction de l'éprouvette. Pour ouvrir ou fermer le circuit de la lampe, il suffit de remonter le crayon de zinc au-dessus du liquide ou, au contraire, de l'y plonger. On a déjà deviné que c'est à la couleur naturelle de la solution acide (un joli grenat) qu'on doit de pouvoir utiliser la lampe ci-dessus décrite à l'éclairage des laboratoires de photographie.

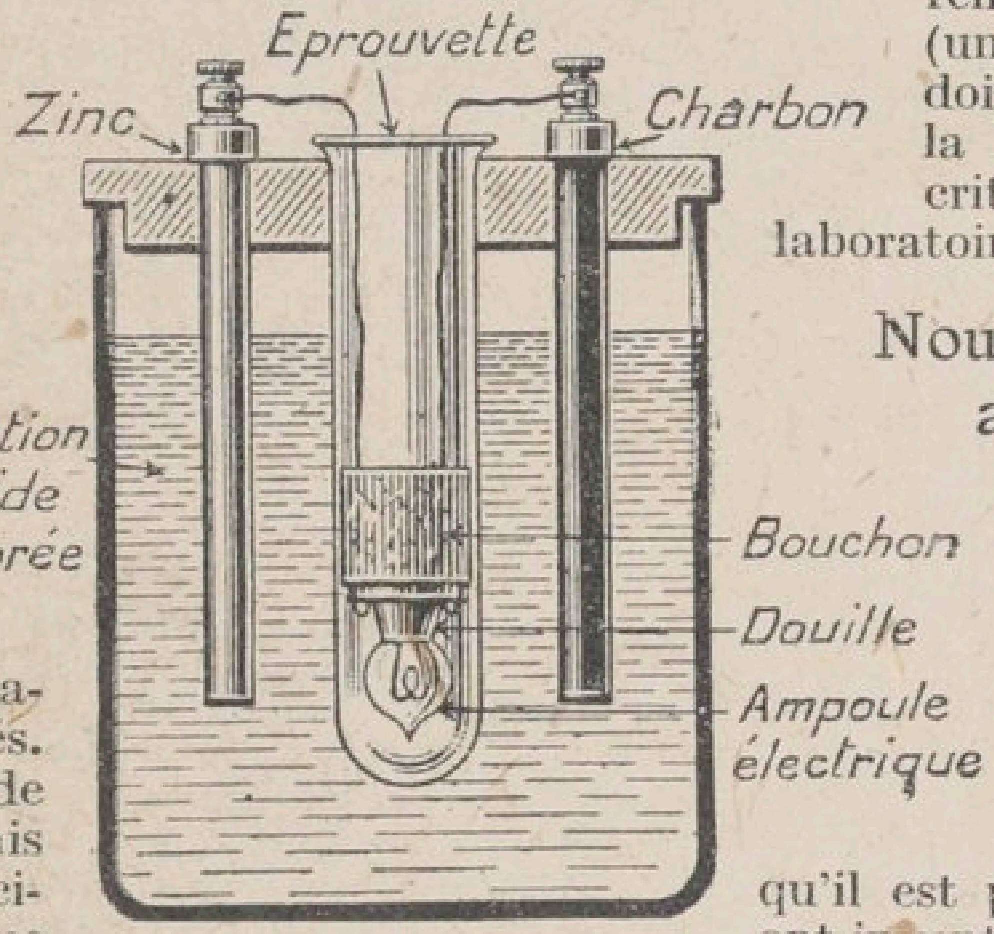


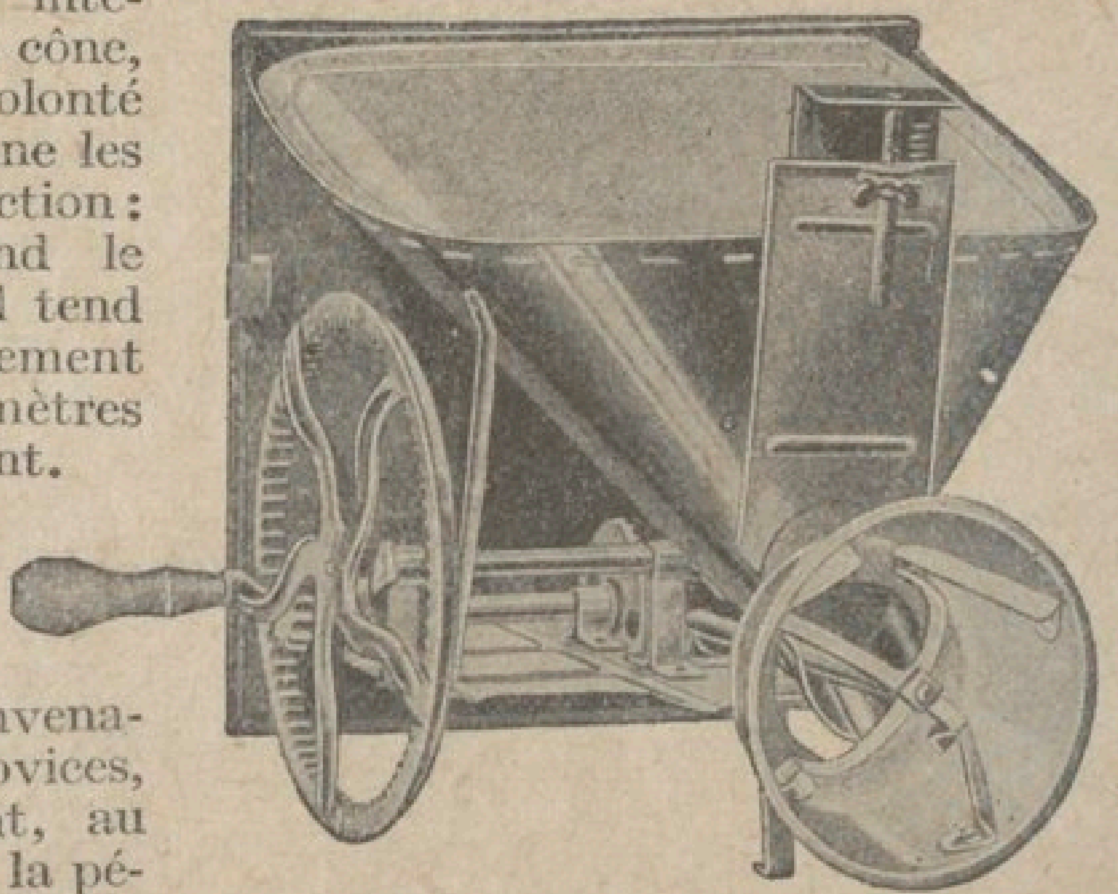

SCHÉMA INDICATIF DE LA CONSTRUCTION D'UNE PILE-LAMPE ÉLECTRIQUE

## Nouveau semoir américain.

LES Américains sont mécaniciens dans l'âme, a-t-on coutume de dire. Ils font, en effet, à l'aide de machines, à peu près tout ce qu'il est possible de faire. Ils ont inventé récemment un semoir automatique individuel, permettant à toute personne, même inexpérimentée, d'ensemencer 15 hectares par jour, tout en évitant les gaspillages inévitables des ensemencements faits à la main, et qui leur rend les plus grands services dans leurs petites exploitations agricoles. Actuellement, ils l'importent chez nous, où il arrive bien à son heure. Pour remplacer nos cultivateurs mobilisés, on a mis, en effet, au travail des champs, toute une population forcément peu habile dans une profession qu'elle n'a jamais exercée : des femmes, des enfants, des mutilés. Tous s'en acquittent du mieux qu'ils peuvent, à peu près bien, en général. Mais certaines spécialités ne peuvent être exercées convenablement que par les gens du métier, tel est le travail du semeur, le « geste auguste », comme on a dit, qui demande une grande habitude et ne peut pas être fait à la main par le premier venu si l'on veut éviter, soit un gaspillage du grain, soit une perte complète de récolte par suite d'un trop clairsemé.

Or, le semoir américain, dénommé « Yankee », l'exécute d'une façon irréprochable et automatique. L'opérateur n'a qu'à le fixer sur sa poitrine à l'aide de bretelles et à marcher dans le sillon en tournant une manivelle;

le grain, tombant sur la surface intérieure d'un tronc de cône animé d'un mouvement rapide de rotation, est lancé devant lui, d'une façon très régulière, sur une largeur de neuf à onze mètres. Un dispositif de réglage, consistant en ailettes amovibles vissées sous un angle plus ou moins grand sur cette surface intérieure du tronc de cône, et ajustables à la volonté de l'opérateur, donne les capacités de projection : neuf mètres, quand le vent est fort (car il tend à disperser très largement le grain) et onze mètres en l'absence de vent.

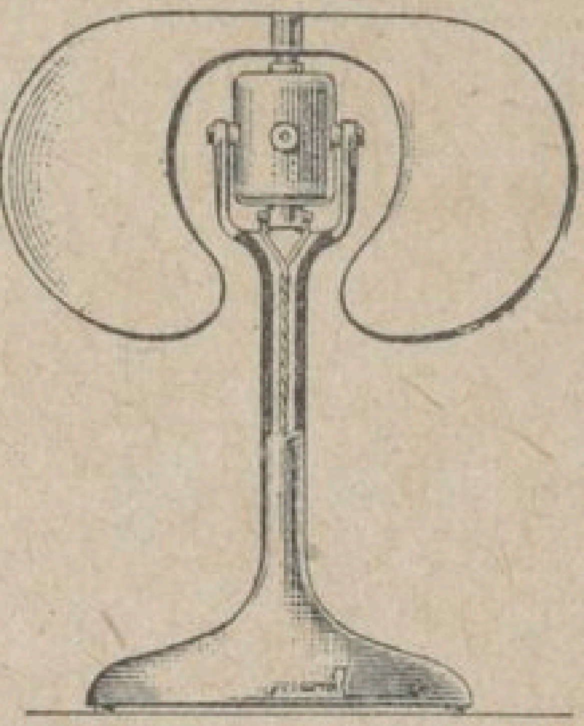


LE SEMOIR AMÉRICAIN, MÉCANIQUE, INDIVIDUEL ET RÉGLABLE

Voilà donc supprimé cet obstacle de l'ensemencement qui ne pouvait être fait convenablement par des novices, et ceci, remédiant, au moins en partie, à la pénurie de main-d'œuvre, contribuera assurément à augmenter nos emblavures et notre production en blé. Un certain nombre de ces semoirs métalliques sont déjà en usage chez nous, et chacun se plaît à reconnaître leur utilité.

## Un ventilateur qui brasse l'air.

Le ventilateur ordinaire à quatre branches projette l'air dans une seule direction, normale au plan des ailettes ; c'est pour remédier à cet inconvénient que, dans un modèle perfectionné, on l'a monté à pivot sur son socle et qu'on l'a muni d'un dispositif qui déplace automatiquement le système mobile suivant un angle plus ou moins ouvert ; ainsi le courant d'air n'est plus concentré en un seul point, mais balaye un certain secteur, à la façon du faisceau lumineux d'un projecteur électrique. Nous avons décrit, récemment, un nouveau type de ventilateur qui crée un courant d'air dirigé de bas en haut. En voici un autre qui, dans la catégorie des appareils dont le rôle est uniquement de déplacer l'air et non de le renouveler, nous paraît intéressant, car il brasse efficacement l'atmosphère de la pièce dans laquelle on le fait fonctionner. Le dessin que nous en donnons montre clairement comment ce résultat est obtenu et dispense d'une description plus détaillée. Tout récemment breveté, cet appareil, du type portatif, n'est pas encore, croyons-nous, sur le marché, mais le sera bientôt.



CE VENTILATEUR BALAYE L'AIR D'UN MOUVEMENT CIRCULAIRE CONTINU

## Quelques précisions sur l'alliage non dilatable "Invar".

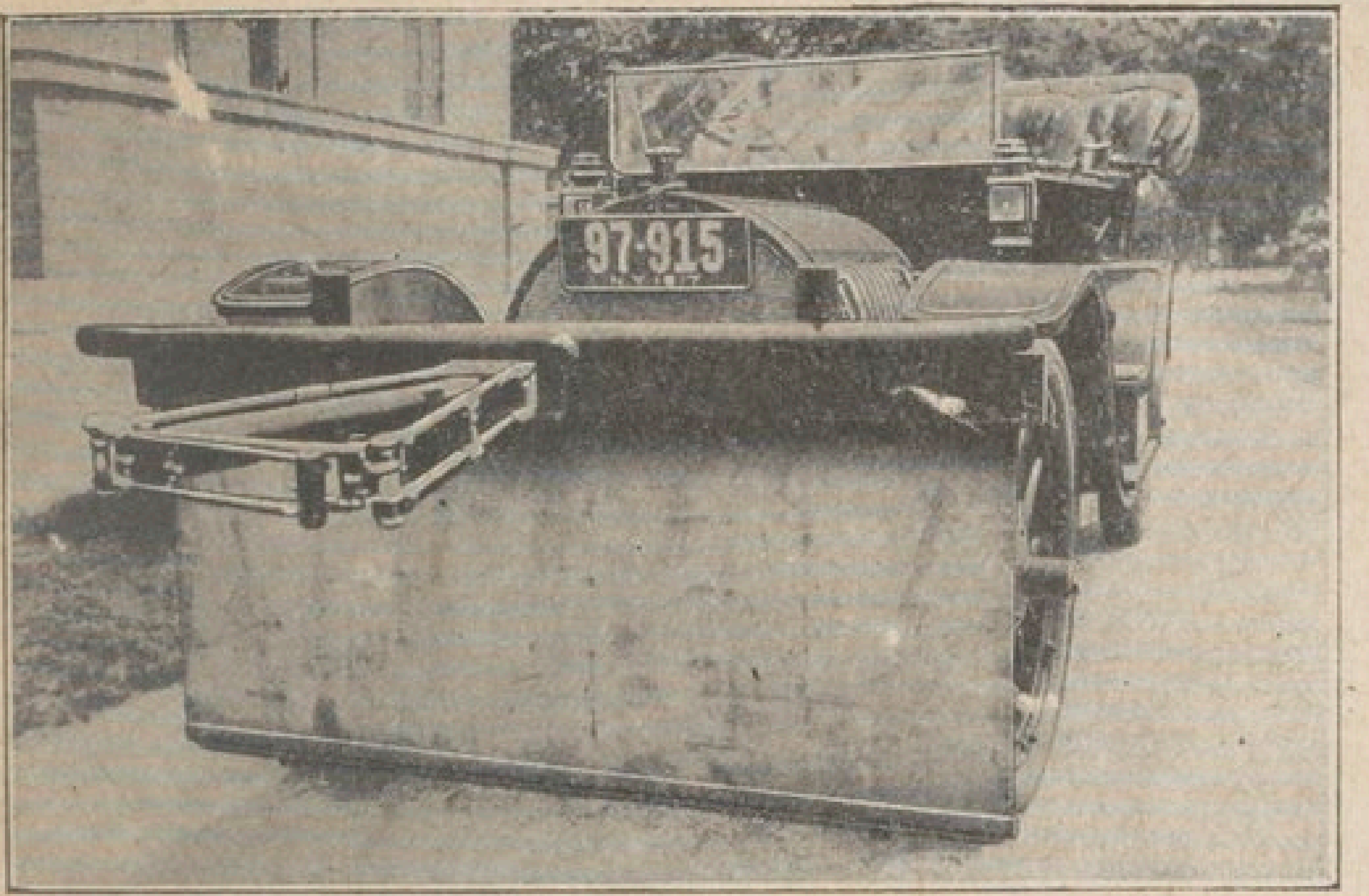
Tous les métaux se dilatent, on le sait, plus ou moins, à mesure que la température à laquelle ils sont exposés s'élève. Ce n'est là ni un défaut ni une qualité : c'est une propriété qui peut être nuisible ou utile suivant les cas. Par exemple, on met à profit la dilatation d'un fil métallique pour construire certains thermomètres, pyromètres, etc... ; par contre, on cherche à la combattre ou bien on est obligé d'en tenir compte dans la construction des voies ferrées, des horloges, etc... On conçoit donc qu'il peut exister des cas où il ne suffit plus de combattre la dilatation, mais où il devient indispensable de la réduire autant qu'il est possible. Un appareil de mesure dont les indications varieraient avec les écarts de température serait d'une médiocre valeur puisqu'il faudrait se livrer à des calculs plus ou moins compliqués pour interpréter ses indications à leur juste valeur. On a donc été conduit à rechercher un alliage présentant un coefficient de dilatation pratiquement nul ; celui auquel on s'est depuis longtemps arrêté contient environ 54 % d'acier, 36 % de nickel, 5 % de carbone et autant de manganèse ; on l'a baptisé « Invar » : invariable.

La dilatation ou la contraction d'une barre d'Invar du titre ordinaire, n'est en moyenne, pour toutes les températures comprises entre 0 et 40° c. que de la millionième partie de sa longueur lorsque la température varie de un degré. Une «insensibilité» encore plus grande est parfois obtenue et, pour certains spécimens d'Invar, dans lesquels les proportions de carbone et de manganèse étaient différentes et respectivement de 0,06 et 9,39, la variation de longueur n'a pas dépassé un demi-millionième par degré entre 0 et 20° c. On a même préparé des échantillons qui se contractaient légèrement, au lieu de se dilater, lorsque la température s'élevait.

L'Invar ne possède pas sa très intéressante propriété à tous les degrés de l'échelle thermométrique, mais seulement aux températures très modérées, et c'est là une des plus curieuses particularités de ce métal.

## L'automobile dotée de bras pour saisir l'imprudent piéton.

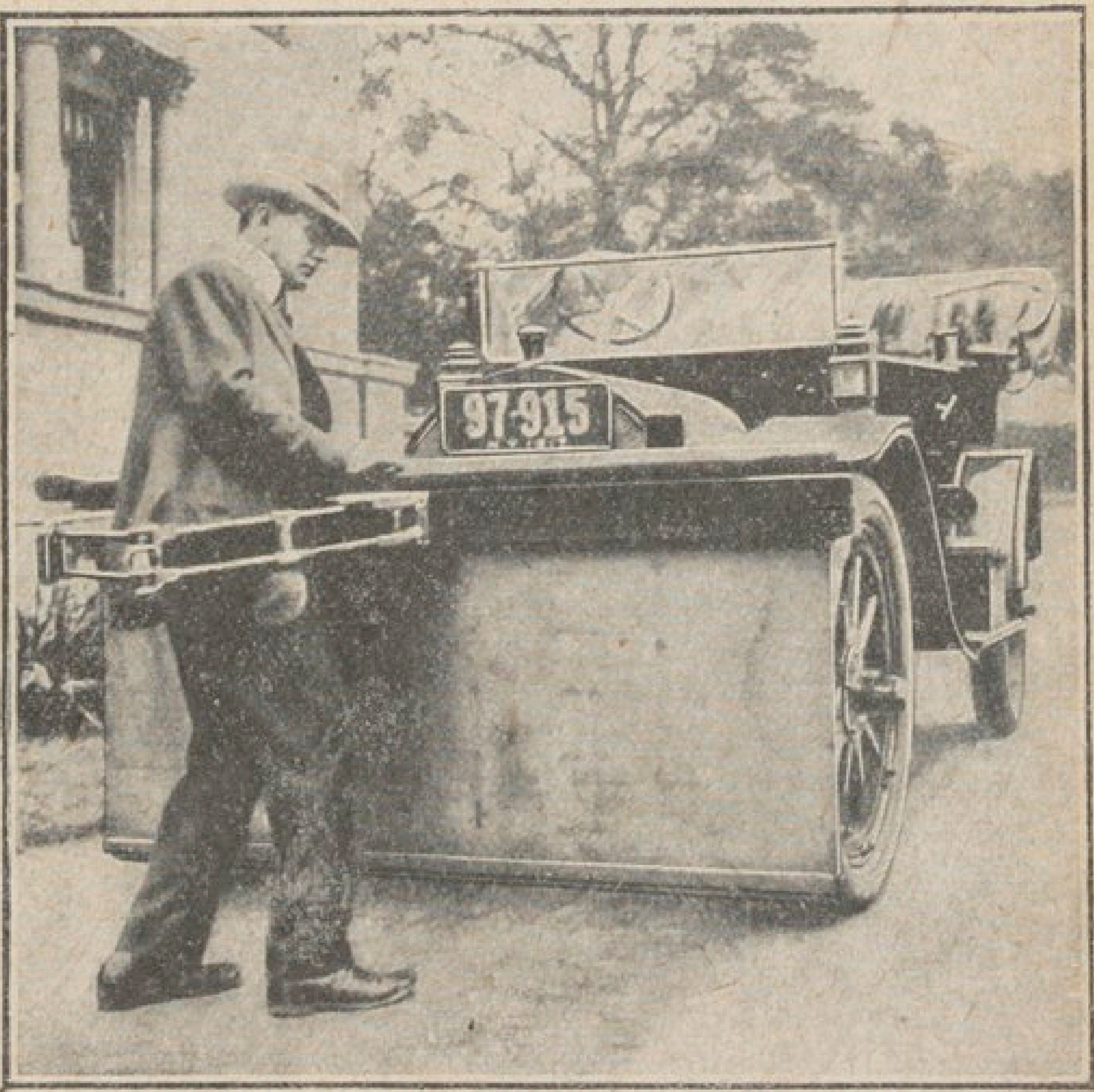
L'AUTOMOBILISTE le plus prudent ne saurait affirmer qu'il ne lui arrivera pas, un jour ou l'autre, d'écraser un piéton, car son attention ne saurait à elle seule suffire à éviter tous les accidents. Tout le monde sait cela ; c'est ce qui explique que de nombreux chercheurs se sont préoccupés de trouver des systèmes ou dispositifs propres, sinon à éviter les risques d'accidents, du moins à en diminuer le plus possible les conséquences toujours fâcheuses.



LES BRAS ARTICULÉS ET LE RIDEAU PROTECTEUR TELS QU'ILS APPARAISSENT QUAND LE CONDUCTEUR A DU AVOIR RECOURS A LEUR EMPLOI

Le plus récent dispositif de ce genre parvenu à notre connaissance est extrêmement curieux. Ce n'est pas uniquement, comme ce fut presque toujours le cas jusqu'ici, un garde-fou plus ou moins apte à « ramasser » la victime ou à la projeter de côté le moins brutalement possible, pour éviter que les roues ne passent dessus, mais une paire de bras rembourrés qui, dès que l'avant de la voiture a heurté le malencontreux piéton, le saisit instantanément à bras-le-corps en le soutenant, tandis qu'un rideau très résistant s'abaisse devant les roues. Les bras sont repliés en temps normal contre une sorte de tampon élastique installé à l'avant de l'automobile et sont maintenus dans cette position par des crochets électromagnétiques.

Au moment où le conducteur constate le danger, il freine, et, ce faisant, ferme un premier contact intercalé dans le circuit d'excitation des électro-aimants commandant l'ouverture des crochets. Lorsque le tampon heurte la victime, en quelque point de sa longueur que ce soit, un deuxième contact est établi, qui ferme complètement le circuit des électros : ceux-ci, en attirant leur armature, dégagent les crochets ce qui permet à de puissants ressorts de détendre et développer les bras, lesquels décrivent alors une courbe qui ne peut que se refermer sur la victime tant l'opération est rapide. En pressant la pédale du frein, le conducteur a provoqué en même temps le déroulement quasi-instantané du rideau dont il a été parlé, rideau qui descend jusqu'à quelques millimètres du sol et dont la résistance et la rigidité sont calculées pour supporter une pression de plusieurs centaines de kilogrammes. Ce dispositif a donné à l'essai de bons résultats, mais il présente à nos yeux deux inconvénients : le premier est que les bras ne peuvent saisir des enfants de petite taille, le rideau intervenant cependant pour les empêcher d'être écrasés ; le second est que le conducteur doit prévoir le danger, ce qui, très souvent, n'est pas facile. Quoi qu'il en soit, et en attendant mieux, si c'est possible, on ne peut dénier à ce système une grande ingéniosité. Y. RUBOR.



LE PASSANT EST SAISI PAR LES BRAS ARTICULÉS

# LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE DE 7.000 CHEVAUX

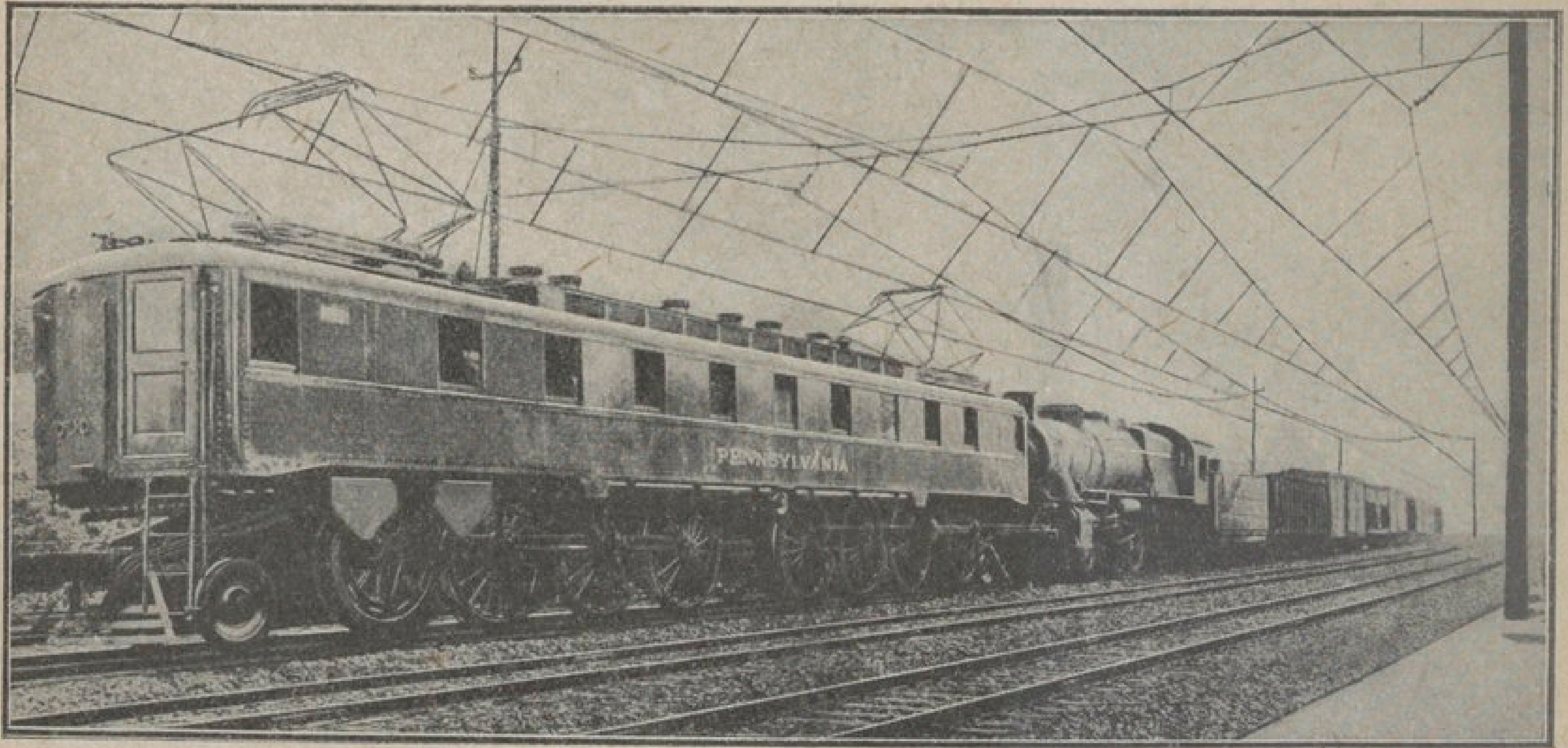
Parmi les nombreux avantages qui peuvent militer en faveur de l'électrification des chemins de fer, il en est un dont on parle rarement, bien qu'il soit très important : c'est celui inhérent à la faculté que possède une locomotive électrique (on dit plus simplement une *automotrice*) de pouvoir être attelée au train indistinctement par l'une ou l'autre de ses extrémités. Cette faculté permet de ne pas avoir à lui faire effectuer de manœuvres parfois longues lors de la formation des convois.

L'électrification des chemins de fer est, on le sait, depuis longtemps à l'ordre du jour à peu près dans tous les pays et plus spécialement dans ceux où l'électricité peut être produit à bon compte. Il est donc intéressant de signaler, à propos de l'électrification récente, aux Etats-Unis, d'une partie du réseau de la Pennsylvania Railroad, l'apparition d'une automotrice dont les dimensions et la puissance sont remarquables.

Cette automotrice, dont nous reproduisons ci-dessous une photographie, peut, en effet, développer une force de 7.000 chevaux, soit plus du double de celle de la plus puissante locomotive en service, nonobstant son apparence générale de voiture moderne à voyageurs, ou peut-être mieux de wagon-poste. Elle mesure plus de 25 mètres de longueur et pèse 240 tonnes. Ses deux bogies ont six paires de roues chacun et portent deux moteurs électriques placés à une extrémité et du même côté. Au moyen de manchons dentés clavetés en bout d'arbre, les moteurs de chaque bogie entraînent une roue pourvue d'une couronne également dentée qui, à son tour, transmet le mouvement aux trois paires de roues d'un même bogie, au moyen d'une bielle rectiligne d'accouplement.

Cette automotrice géante est alimentée au moyen d'un trolley, par du courant alternatif monophasé de 11.000 volts, qui est bien la forme de courant la plus économique pour les transports de force à longue distance. Elle a été spécialement étudiée et construite pour le trafic des marchandises dans des régions montagneuses et où, par conséquent, le facteur puissance l'emportait sur le facteur vitesse ; en fait, lorsque ses quatre moteurs sont connectés en série, elle peut marcher à 16 kilomètres à l'heure et, lorsqu'ils sont connectés en dérivation, à 35 kilomètres. Les vitesses intermédiaires sont obtenues avec une grande facilité en faisant varier une résistance introduite dans le circuit des moteurs, au moyen d'un rhéostat à eau.

Quelle que soit la déclivité de la voie, la locomotive ne peut s'emballer ni atteindre une vitesse supérieure à la vitesse maximum pour laquelle elle a été étudiée. On comprend, en effet, que, tournant plus vite, les moteurs se mettraient à fonctionner en génératrices et produiraient du courant au lieu d'en recevoir ; dès que ceci a lieu, c'est-à-dire lorsque la vitesse tend à excéder la vitesse maximum, un effort automatique de freinage se fait sentir qui dispense, en dehors des circonstances spéciales ou critiques, d'utiliser les freins ordinaires à air comprimé.




CETTE MACHINE GÉANTE PÈSE 240 TONNES ET MESURE 25 MÈTRES DE LONG

*Elle a été étudiée et construite aux Etats-Unis pour remorquer les trains de marchandises lourdement chargés dans des régions particulièrement accidentées.*

# LES BASES DE LA «CHRISTIAN SCIENCE»

*Un très grand nombre de lecteurs de* La Science et la Vie *se sont vivement intéressés à l'exposé de la doctrine «Christian scientist» fait dans ce magazine par le docteur E. Philipon. Pour ceux qui désirent s'initier davantage à la méthode curative de Mme Eddy, nous nous faisons un plaisir de donner ici la traduction de deux articles publiés sur ce sujet troublant par le «Christian Science Monitor», qui paraît régulièrement, à Boston (Etats-Unis).*

## « La plus vaste des sciences »

Le christianisme est la religion enseignée et pratiquée par Jésus-Christ. Il ne lui donna pas de nom, il l'individualisa et la caractérisa par son enseignement et surtout par sa vie. Il fournit une règle d'après laquelle les générations futures pourraient identifier sa religion : elle doit se reconnaître à ses fruits. Il exprima cette règle de différentes façons et à diverses reprises.

Il dit, en effet : « Chaque arbre se connaît à son fruit. » « Celui qui croit en moi fera aussi les œuvres que je fais. » « Voici les signes qui accompagneront ceux qui auront cru : en mon nom ils chasseront les démons ; ils parleront de nouvelles langues ; ils saisiront des serpents ; s'ils boivent quelque breuvage mortel, il ne leur fera point de mal ; ils imposeront les mains aux malades et les malades seront guéris. » « Si quelqu'un garde ma parole, il ne verra jamais la mort. »

La religion fondée par Jésus-Christ diffère de toute autre par ses fruits, c'est-à-dire par les résultats de sa pratique. En d'autres termes, le trait distinctif du christianisme, c'est le salut qu'il opère. Lui seul a entrepris, avec un certain succès, d'apporter à l'humanité la délivrance actuelle du péché, de la maladie et de la mort, par la puissance de Dieu. Un pareil salut distingue la religion de Jésus-Christ de tous les autres systèmes religieux, et a valu à son fondateur le titre de Sauveur.

A travers les siècles, après qu'il eût dépassé ce stage de l'existence, plusieurs sectes se réclamèrent de son nom, mais aucune d'elles, après le troisième siècle, ne continua d'accomplir toutes les œuvres qu'il avait faites. On établit une différence entre le péché et la maladie, et les sectes chrétiennes bornèrent l'activité de leurs religions aux désordres moraux. Du troisième au dix-neuvième siècle, tous les groupes chrétiens, sans aucune exception, distinguèrent les désordres moraux des désordres physiques ; ils considéraient la délivrance des maux du corps comme n'étant pas un fruit normal de la religion.

C'est pourquoi, lorsque Mme Eddy fonda une église « destinée à commémorer la parole et les œuvres de notre Maître, et à rétablir le christianisme primitif et son élément perdu de guérison » (comme il fut résolu lors de son inauguration), il n'y eut pas d'impropriété à l'appeler une église du Christ.

D'après les dictionnaires anglais, la science signifie : 1° connaissance ; connaissance des principes et des causes ; faits constatés ou vérité démontrée ; 2° toute branche de connaissance dans laquelle les résultats des investigations ont été élaborés et systématisés ; l'énoncé exact et systématique de connaissances concernant tel sujet ou groupe de sujets. Le « Standard Dictionary » dit : « Les sciences peuvent se diviser en sciences mathématiques, traitant de la quantité ; physiques, traitant de la matière et de ses propriétés ; biologiques, traitant de la vie ; anthropologiques, traitant de l'homme, et théologiques, traitant de la Divinité. »

D'après cette classification, la Science

Chrétienne est la plus vaste des sciences, car elle traite des phénomènes de la vie, de l'homme et de la Divinité. Incidemment et nécessairement, elle traite de la matière, et emploie les méthodes analytiques et logiques dont on se sert en mathématiques. Elle est l'énoncé exact et systématique d'une connaissance de Dieu, de l'homme et de l'univers. Elle est une vérité demontrée concernant ces divers sujets ; elle fournit certaines règles par lesquelles la justesse de ses propositions peut être prouvée.

Le « Standard Dictionary » ajoute : « Au cours du développement des connaissances humaines, une science, dans sa forme primitive, n'est ordinairement qu'un assemblage de faits observés ; ainsi la connaissance des révolutions des astres qu'avaient les anciens Egyptiens. Le second pas consiste à généraliser ces faits et à les mettre en rapport les uns avec les autres de manière à former un système, comme celui de Ptolémée ou de Copernic. Le pas suivant consiste à formuler ces généralisations en lois, comme le fit Kepler ; le dernier pas consiste à remonter à quelque principe ou à quelque force qui rendra compte de ces lois, généralement au moyen de l'analyse mathématique, comme Newton l'a fait pour sa théorie de la gravitation universelle. La tendance contemporaine de la science physique vise à cette généralisation plus complète, car elle a pour but de découvrir un principe qui reliera tous les phénomènes physiques entre eux. »

A en juger par ce qui précède, la religion exposée dans « Science and Health with Key to the Scriptures » *(Science et Santé avec Clef des Ecritures)* est une science parfaite ; elle groupe tous les phénomènes de l'univers en deux catégories, rattache chacune de ces catégories à la loi, vraie ou fausse, qui la gouverne, et découvre, d'une part, l'unique Principe de toute loi réelle et de tout phénomène réel, de l'autre, l'unique erreur à la base de toute fausse loi et de tout phénomène faux. Elle montre l'unité de tout ce qui est réel et dévoile la fausseté de la notion matérielle de la création, elle s'offre pour sauver l'humanité de la notion fausse qu'elle a de l'existence, erreur qui constitue le péché, la maladie et la mort. Elle se consacre essentiellement à la destruction du péché, et secondairement à extirper les effets du mal, qui sont la maladie et la mort. Son but, sa mission, est la même que celle du christianisme primitif ; c'était, selon Jean, de « détruire les œuvres du diable », et, suivant les paroles de son Fondateur, de « rendre témoignage à la Vérité ».

Les Chrétiens Scientistes s'efforcent de même de détruire l'erreur sous toutes ses formes, radicalement ; et dans la mesure où ils y parviennent, ils rendent témoignage à la Vérité.

La Science Chrétienne est une religion qui répond universellement à tous les besoins humains ; elle n'en est pas moins la Science pour être aussi le Christianisme.

---

# Le règne de la loi

Un des plus grands obstacles que l'écrivain métaphysique est constamment appelé à surmonter, c'est la difficulté de présenter ses idées dans un langage facile à comprendre. Quand il s'agit d'exprimer les vérités de la métaphysique divine, la difficulté est centuplée. Saint Paul se rendait bien compte de ce fait lorsqu'il dit que c'est spirituellement que l'on discerne les choses spirituelles.

En face d'une difficulté du même genre, quoique moins prononcée, les savants l'ont résolue en adoptant un vocabulaire à eux. Ils ont reconnu que, pour être intelligible, même la plus empirique des théories doit être formulée avec exactitude et conséquence. Mais l'esprit humain est tellement inconséquent qu'ils ont été des premiers à critiquer l'application de leur propre méthode à la métaphysique de la Science Chrétienne.

En écrivant « Science and Health with Key to the Scriptures » *(Science et Santé avec Clef des Ecritures)*, M$^{me}$ Eddy fut obligée de commencer par présenter une terminologie scientifique et spirituelle. Le monde s'éveillait alors lentement à l'idée qu'au premier siècle l'apôtre Jean avait fait quelque chose de semblable ; un intérêt tout littéraire se porta sur les écrits johanniques, et la persécution, qui, dix-neuf cents ans auparavant, avait exilé Jean à l'île de Patmos, fondit sur M$^{me}$ Eddy. Mais, heureusement pour l'humanité,

elle eut assez la perception de l'Amour divin pour n'être pas déconcertée par la façon dont le monde recevait la révélation de la Vérité.

Cette révélation, en comparaison de laquelle toutes les découvertes des sciences physiques deviennent insignifiantes, c'est le fait que toute cause véritable est spirituelle, et que, par conséquent, rien n'existe en réalité que l'Esprit infini, « comprenant le noumène et les phénomènes » (« Science and Health », p. 114). C'est là ce qui constituait la théologie de Jésus, et sur quoi il fondait ses démonstrations. Ce fait a été cependant si complètement obscurci par le matérialisme des siècles suivants, que religion et science sont devenus des termes antithétiques. On en est venu, en somme, à limiter la science à l'observation des phénomènes physiques, et à regarder les lois comme exprimant le retour régulier de ces phénomènes. C'est tellement vrai qu'un penseur aussi profond que Hume fut entraîné à définir superficiellement un miracle comme la violation d'une loi de la nature par la volonté de la Divinité. Une telle définition était absurde, comme Huxley eut l'occasion de le démontrer. Une loi violée cesse d'être loi en tant que la succession des phénomènes a été interrompue. Hume le savait aussi bien que Huxley, mais en se rendant coupable d'une telle définition, il a montré combien peu il acceptait l'idée de l'absolu. D'autre part, Huxley se rendait compte que la loi est absolue, mais cherchant la causation dans l'origine des phénomènes physiques, il s'attendait peu à l'y trouver, et se réfugia dans l'agnosticisme.

Le résultat de tout ceci fut que l'humanité se groupa peu à peu en deux camps. D'un côté il y eut les rationalistes. Ils admettaient que la loi est absolue, quoique la causation puisse être voilée de mystères, et tout en regardant le Nouveau Testament comme l'enseignement éthique le plus pur, ils rejetaient les miracles, avec Matthew Arnold, comme étant des adjonctions apocryphes, introduites dans le texte. De l'autre côté, il y avait les croyants. Ceux-ci acceptaient la loi physique comme venant de Dieu, et n'ayant pas de la loi une notion plus scientifique que celle d'un commandement humain, ils n'avaient aucune difficulté à accepter la définition de Hume. Il semble que jamais l'idée ne soit venue à aucun des deux partis (sauf dans la faible mesure où Huxley et les agnostiques l'ont perçue) que la loi pût être absolue, et que le miracle, au lieu d'être une infraction surnaturelle à cette loi, en fût l'expression naturelle.

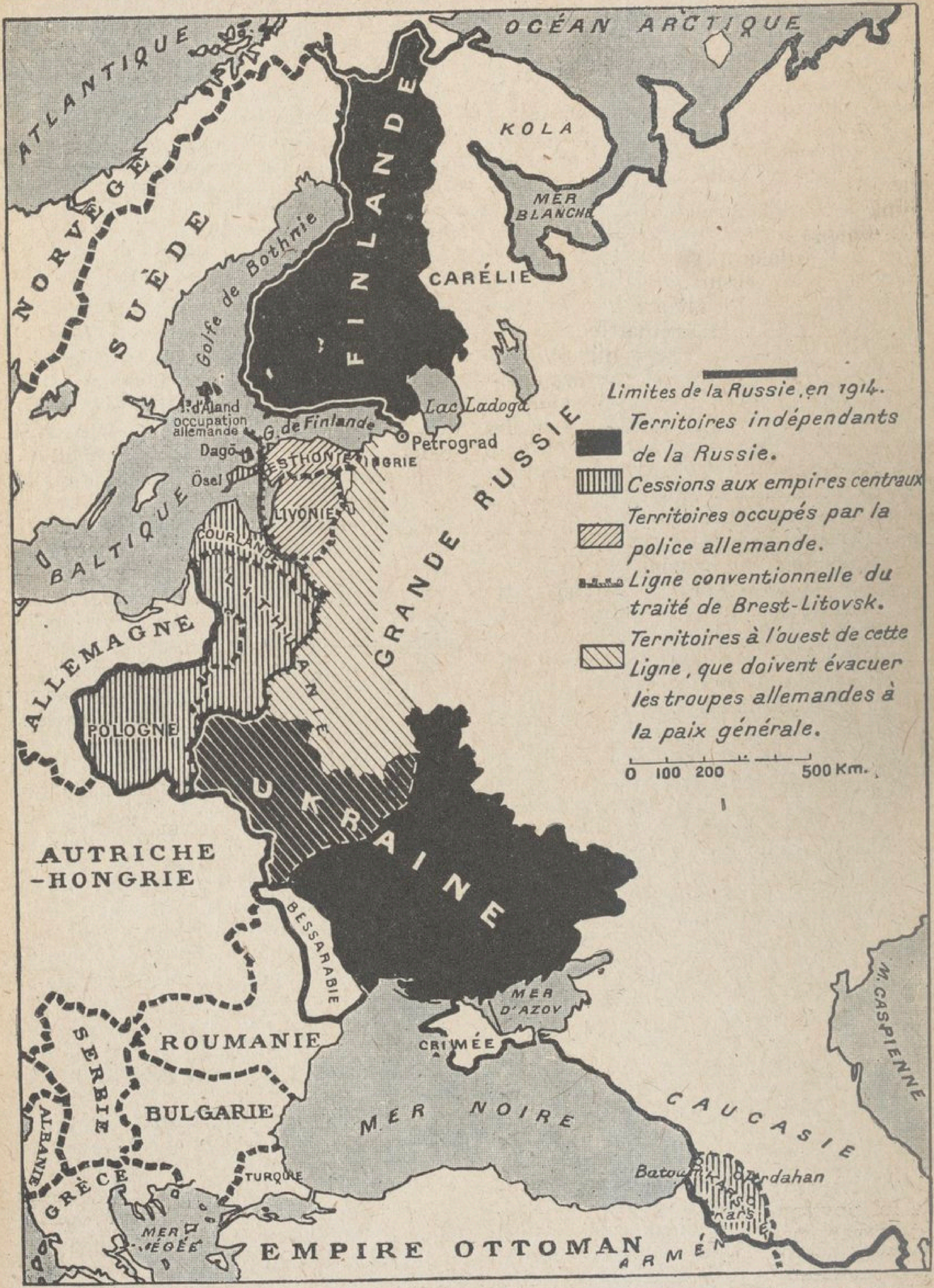
M^me^ Eddy écrit : « La causation spirituelle est l'unique question à considérer, car plus que toute autre, elle a rapport au progrès humain » (« Science and Health, » p. 170). Par ces paroles, M^me^ Eddy sonda les profondeurs de la loi et fonda la Science Chrétienne sur le roc de l'absolu, plutôt que sur les sables du relatif. Elle avait compris que Jésus de Nazareth était le plus grand Scientiste que le monde eût jamais connu, parce qu'il avait si complètement saisi la réalité de la causation spirituelle qu'il pouvait la démontrer dans ses œuvres. Mieux que tout autre homme, il connaissait la Vérité absolue, c'est-à-dire Dieu, et ceci nécessairement le rendait capable de faire des miracles, qui semblaient surnaturels à ceux qui étaient convaincus que la causation est physique et la matière, par conséquent, réelle. Ce fut de même lorsque les habitants de Lystre virent l'impotent guéri ; ils crièrent dans les rues : « Les dieux sous forme humaine sont descendus vers nous », et ils appelaient Barnabas Jupiter, et Paul Mercure.

Paul avait guéri l'impotent par sa compréhension de la loi spirituelle que Jésus avait expliquée à ses disciples. Or la loi étant ce qui ne comporte point de variation, il s'ensuit que les malades peuvent être guéris aujourd'hui par la même loi qui les guérissait au premier siècle. C'est pourquoi Jésus a dit que ceux qui comprenaient son enseignement pourraient toujours le démontrer, comme lui-même l'avait fait. Voilà pourquoi la guérison chrétienne devrait être aussi normale et aussi efficace aujourd'hui que lorsque Jésus-Christ guérissait les multitudes par sa parole.

La Science Chrétienne est venue dans le monde pour lui redonner, entre autres choses, une perception juste de la loi. La loi n'est pas un jouet que les hommes peuvent changer à plaisir où à leur convenance ; elle est l'expression de l'harmonie invariable de l'Esprit divin, de Dieu lui-même, « en qui il n'y a ni changement, ni ombre de variation. »

*ERRATUM du dernier numéro (Mars 1918), page 380, première colonne, lire : « objectivité » au lieu de « objection » ; page 381, première colonne, lire : « spiritisme » au lieu de « spiritualisme ».*

# LE DÉMEMBREMENT DE LA RUSSIE D'EUROPE




*Le traité de Brest-Litowsk a profondément remanié les frontières occidentales de la Russie. L'Ukraine et la Finlande se sont volontairement séparées de l'ancien empire des tsars, tandis que les Austro-Allemands se réservaient le contrôle d'importants territoires.*

# LA PAIX AUSTRO-ALLEMANDE AVEC LA RUSSIE ET LA ROUMANIE

Le 10 février 1918, Trotzki avait fièrement quitté Brest-Litowsk en déclarant les conditions de paix allemandes inacceptables et en proclamant un état nouveau dans les rapports entre la Russie et les Empires Centraux : « Ni paix, ni guerre », disait-il. En même temps, il ordonnait la démobilisation de toute l'armée. Il se flattait que sa formule arrêterait l'ennemi ; peut-être croyait-il en même temps déchaîner la révolution sociale à l'intérieur de l'Allemagne.

Les illusions de Trotzki, si tant est qu'il en ait jamais eu, devaient être tôt dissipées. Huit jours après la rupture triomphale de Brest-Litowsk, les Allemands déclaraient que l'état de guerre recommençait automatiquement, l'armistice n'ayant pas été renouvelé huit jours avant son expiration. Le 19 mars, les troupes allemandes, commandées au nord par Eichhorn, au sud par Linsingen, entraient, les unes à Dvinsk, les autres à Loutzk. Ce devait être en quelques jours une galopade triomphale, l'ennemi pénétrant sur certains points à plus de 300 kilomètres à l'intérieur de la Russie, jusque-là préservée. Dans les lignes abandonnées sans combat par les soldats russes, les Allemands ramassaient par milliers les canons et les fusils, par quantites incommensurables, les munitions, le matériel de guerre, d'aviation et de transport.

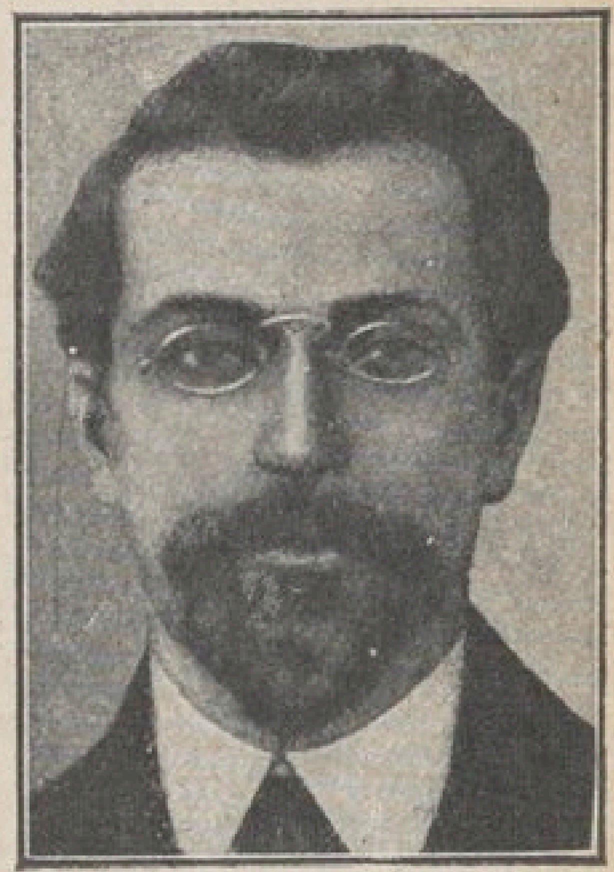
M. TSCHETSCHERINE

*L'un des signataires russes de la paix de Brest-Litowsk.*

Le gouvernement de Lénine et de Trotzki n'attendit pas quarante-huit heures pour céder sur tous les points. Après avoir protesté « contre le fait que le gouvernement allemand a fait marcher ses troupes contre la République russe des Soviets, qui avait déclaré terminé l'état de guerre et avait commencé la démobilisation de l'armée sur tous les fronts » le Soviet se voyait dans l'obligation « créée par les circonstances » de déclarer qu'il consentait à souscrire aux conditions qui avaient été proposées par les délégués de la Quadruple Alliance à la conférence de Brest-Litowsk.

Mais il était loin de compte, s'il pensait pouvoir s'en tenir aux conditions fixées le 10 février. Les troupes allemandes, sans s'arrêter à cette capitulation éperdue, continuaient leur marche en avant et pénétraient dans le nord, en Esthonie, pendant que le groupe sud s'enfonçait dans l'Ukraine.

Le 21 février, les conditions de paix des Empires centraux étaient enfin connues. Elles constituaient une singulière aggravation de celles qui avaient été proposées à Brest-Litowsk. Les principaux articles du traité étaient les suivants :



LE DÉPUTÉ KARAKHAN

*Autre signataire du traité de paix russo-austro-allemand.*

« Les régions à l'ouest de la ligne indiquée à Brest-Litowsk, et qui, auparavant, appartenaient à l'Etat russe, ne sont plus désormais placées sous le protectorat de la Russie ; *dans la région de Dvinsk, cette ligne doit être avancée jusqu'à la frontière orientale de la Courlande.*

« La Russie renonce à toute intervention dans les affaires intérieures de ce pays. *L'Allemagne et l'Autriche-Hongrie ont l'intention de déterminer plus tard le sort de ces régions, d'accord avec leurs populations.*

« *La Livonie et l'Esthonie doivent être immédiatement évacuées par les troupes russes et les gardes rouges et occupées pendant le temps nécessaire par la police allemande.* »

Il devait en être de même de l'Ukraine et de la Finlande. La Turquie, d'autre part, devait rentrer en possession, non seulement de l'Armenie, conquise par le grand-duc Nicolas, mais de la région de Batoum, Kars et Ardahan, cédée à la Russie en 1878.

Le traité, en somme, détachait de la Russie, non seulement la Pologne et la Lithuanie, mais toutes les provinces baltiques, jusqu'aux portes même de Petrograd, pour les placer sous la domination des

Empires centraux ; il consommait la séparation de l'Ukraine, de la Finlande et d'une partie des territoires du Caucase.

Ces conditions léonines, l'Allemagne parut encore se faire prier pour les concéder. Le 25 février, les délégués des Soviets, Trotzki, Tschetscherine, Sokolnikoff, Petrovski, Alexeïef, Karakhan, Ioffe, étaient retournés à Brest-Litowsk. On les y laissa se morfondre quelques jours, pendant que les troupes allemandes occupaient Reval, Pskof, Pernau, Dorpat et Jitomir. Les ambassadeurs étrangers avaient quitté Petrograd. Le 2 mars, un détachement de 3.000 Teutons débarquait aux îles d'Aland, menaçant directement la Suède. Quelques jours plus tard, la même force abordait à Ales, sur le territoire finlandais, où elle assumait la charge de rétablir l'ordre, appuyant le gouvernement blanc contre le gouvernement rouge ou maximaliste. La Finlande tombait, comme l'Ukraine, sous le protectorat allemand. La Baltique devenait un lac germanique, et pour ne laisser aucune illusion à ses riverains, le gouvernement de Berlin entamait aussitôt des négociations, accompagnées d'une pression éhontée, avec la Suède, la Norvège et le Danemark, qui n'avaient osé protester.

Le 3 mars, les délégués de Brest-Litowsk furent enfin admis à signer le contrat impudent que la partie adverse avait seule élaboré. Ils s'efforcèrent de consigner dans un procès-verbal la violence qui leur était faite : « La délégation russe a déclaré qu'elle se refusait à l'examen des conditions de paix proposées... Dans ces conditions, tout le traité de paix devenant un ultimatum que l'Allemagne appuie immédiatement par la violence d'une action armée, la délégation russe a signé sans discussion les conditions de paix qui lui étaient dictées. » Et le tour fut joué.....

La signature de la paix ne suspendit pas, d'ailleurs, la marche des armées austro-allemandes. Au nord, elles prirent Narva, à mi-distance entre Reval et Petrograd. Dans le sud, elles s'avancèrent par la Bessarabie jusqu'aux deux grands ports d'Odessa et de Nicolaïeff. Le Soviet, qui s'était réfugié à Moscou, ne put envoyer que des protestations impuissantes contre cette atroce violation d'un traité déjà atroce par lui-même. Cela n'empêcha pas le Congrès général des Soviets de ratifier, à une immense majorité, le traité de paix imposé par l'Allemagne.

La Roumanie, complètement encerclée, devait être condamnée à mettre bas les armes. Les conditions préliminaires d'un armistice, accepté le 3 mars, faisaient prévoir les bases générales du traité de paix définitif. La Roumanie cédait à la Quadruplice la Dobroudja, jusqu'aux bouches du Danube, la région des Portes de Fer à la Hongrie. Elle autoriserait le libre passage par la Moldavie des troupes austro-allemandes. Enfin, au point de vue économique, elle réservait pendant dix ans aux Empires centraux l'exportation de ses céréales et l'exploitation de ses puits de pétrole, la principale source de sa richesse.

Le gouvernement de M. Bratiano avait démissionné dès le début des pourparlers. Un cabinet, présidé par le général Averesco, dut se charger, la mort dans l'âme, des négociations. Il démissionna le 14 mars ; le 18, le feld-maréchal Mackensen remettait un nouvel ultimatum exigeant le reprise immédiate des pourparlers, avec un cabinet comprenant le général Averesco. Il était évident que la Roumanie qui a eu, dès le début du conflit, une attitude si fière et si digne, victime totale de la défection russe, devait, le couteau sur la gorge, souscrire aux conditions léonines que lui imposaient les ennemis.

# LES OPÉRATIONS MILITAIRES

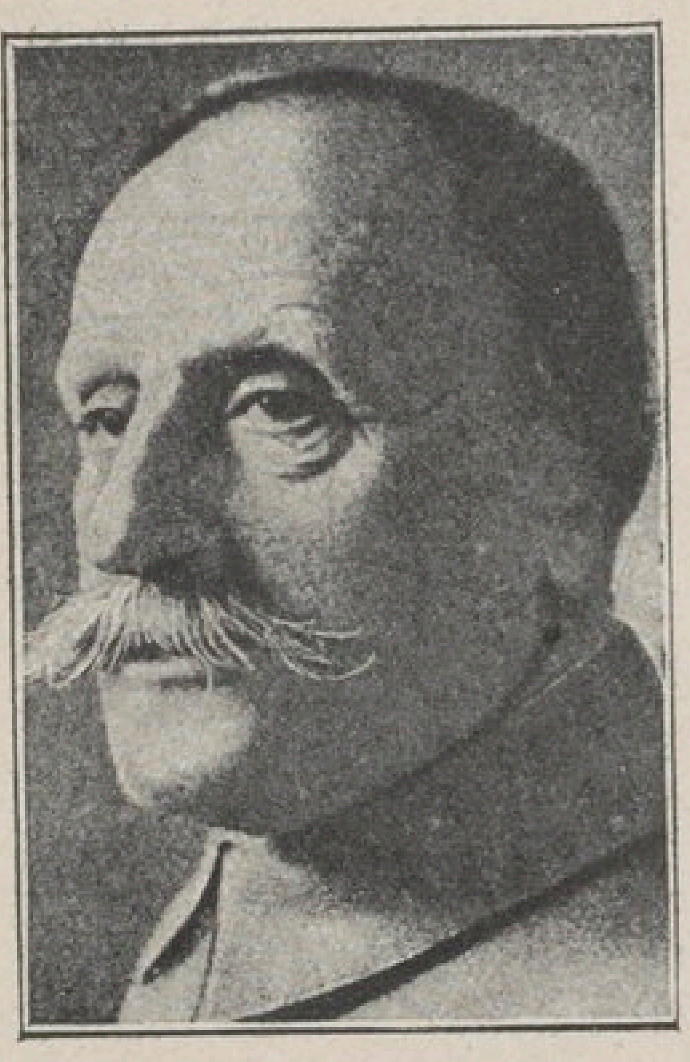
Le haut commandement allemand conviait les journalistes des pays neutres à assister, le 21 mars, au début de sa grande offensive sur le front occidental, et, de fait, celle-ci était déclenchée à l'heure dite, le premier jour du printemps.

Malgré la multiplication des raids, malgré la violence accrue de la lutte aérienne, on s'était pris à douter, peut-être plus encore dans les milieux militaires que dans les milieux civils, de l'imminence de l'événement. Nos chefs, en tout cas, avaient adopté les mesures nécessaires pour parer le choc, et, après avoir vu les Allemands opérer des rassemblements en Alsace et en Lorraine, puis en regrouper d'autres en Champagne, ils attendaient avec circonspection que l'adversaire se fût démasqué, pour faire mouvoir leurs réserves. Le coup fut très dur, mais il fut paré avec maîtrise par le général Foch.

## L'offensive désespérée des Allemands sur le front occidental

Hindenburg et Ludendorf portèrent leur effort là où, logiquement, il devait être porté, à la jonction des armées françaises et britanniques. Ils n'ignoraient pas que nos alliés, prenant charge d'une partie de notre front, étaient descendus jusqu'à la Fère. C'est donc dans cette zone et dans celle qui la surmonte qu'il fallait attaquer, afin de se saisir tout d'abord d'Amiens.

Mais les plans les plus grandioses et les mieux conçus ont leur destin. D'abord, il y a l'exécution qui, par quelque côté, est toujours défectueuse, et puis, il y a l'opposition de l'adversaire. La célérité avec laquelle le commandement français a déjoué les desseins ennemis, la ténacité avec laquelle les Britanniques en ont entravé le développement sur le terrain ont, dès les premiers jours de la formidable bataille, compromis la réussite de l'ambitieux plan allemand.



LE GÉNÉRAL FOCH

*Chargé d'assurer la coordination de l'action des armées franco-britanniques sur le front occidental.*

Sur les préparatifs qu'ont faits nos adversaires, nous sommes naturellement encore mal renseignés. Nous savons cependant qu'un nouveau groupe d'armées confié à de Gallwitz et dans lequel entrent treize divisions autrichiennes, avait été intercalé dans la région de Verdun, entre l'armée du duc de Wurtemberg et celle du kronprinz d'Allemagne. L'armée du prince héritier, renforcée, avait donc pu pousser ses emplacements vers le nord, et nous apprenions, au cours même de la mêlée, que son commandement allait, au début de l'offensive, jusqu'à l'Omignon, un petit affluent de la Somme, c'est-à-dire s'étendait jusqu'à huit kilomètres au nord de Saint-Quentin. Commandement nominal, cela va sans dire, tout comme celui du kronprinz de Bavière qui, régnant au delà de l'Omignon, avait vu, lui aussi, accroître considérablement ses effectifs de combat.

Quarante divisions étaient en ligne, quarante autres, massées à l'arrière, étaient prêtes à les relever quand nos adversaires attaquèrent l'armée britannique, sur un front d'environ quatre-vingt-cinq kilomètres, entre la Sensée et l'Oise, autrement dit, entre Croisilles et la Fère.

Après un bombardement de quatre heures au moyen d'obus toxiques dont ils inondèrent tout le système de défense britannique et, de préférence, la deuxième ligne, les Allemands, échelonnés en profondeur, donnèrent l'assaut. La première vague, ayant atteint son objectif, sans se soucier des pertes qu'elle avait subies et sans se préoccuper davantage des îlots de résistance qu'elle avait laissés derrière elle, ouvrait un feu intense à 2.500 mètres au moyen de fusils, fusils-mitrailleuses, mitrailleuses, petits canons d'accompagnement (77) sur les réserves britanniques. Une seconde vague survient, qui s'installe en avant de la première, et ainsi de suite. Nos

LE GÉNÉRAL PÉTAIN
*Commandant en chef les armées françaises.*

alliés, déconcertés par cette tactique et asphyxiés par les gaz, n'offrirent pas partout la résistance tenace qui est un des traits de leur caractère. Alors que dans le secteur nord du champ de bataille, défendu par la 3e armée (général Byng), les Britanniques ne cédaient que lentement devant les forces numériquement écrasantes des généraux von Below et von der Marwitz, il n'en était malheureusement pas de même dans le secteur de Saint-Quentin-la Fère qu'occupait la 5e armée (général Gough). Là, les toxiques et la pluie de feu inopinée des vagues d'assaut produisirent leurs effets démoralisants. Dans la nuit même du 21 au 22, l'ennemi put, de ce côté, accentuer ses avantages, grâce à de nouvelles forces.

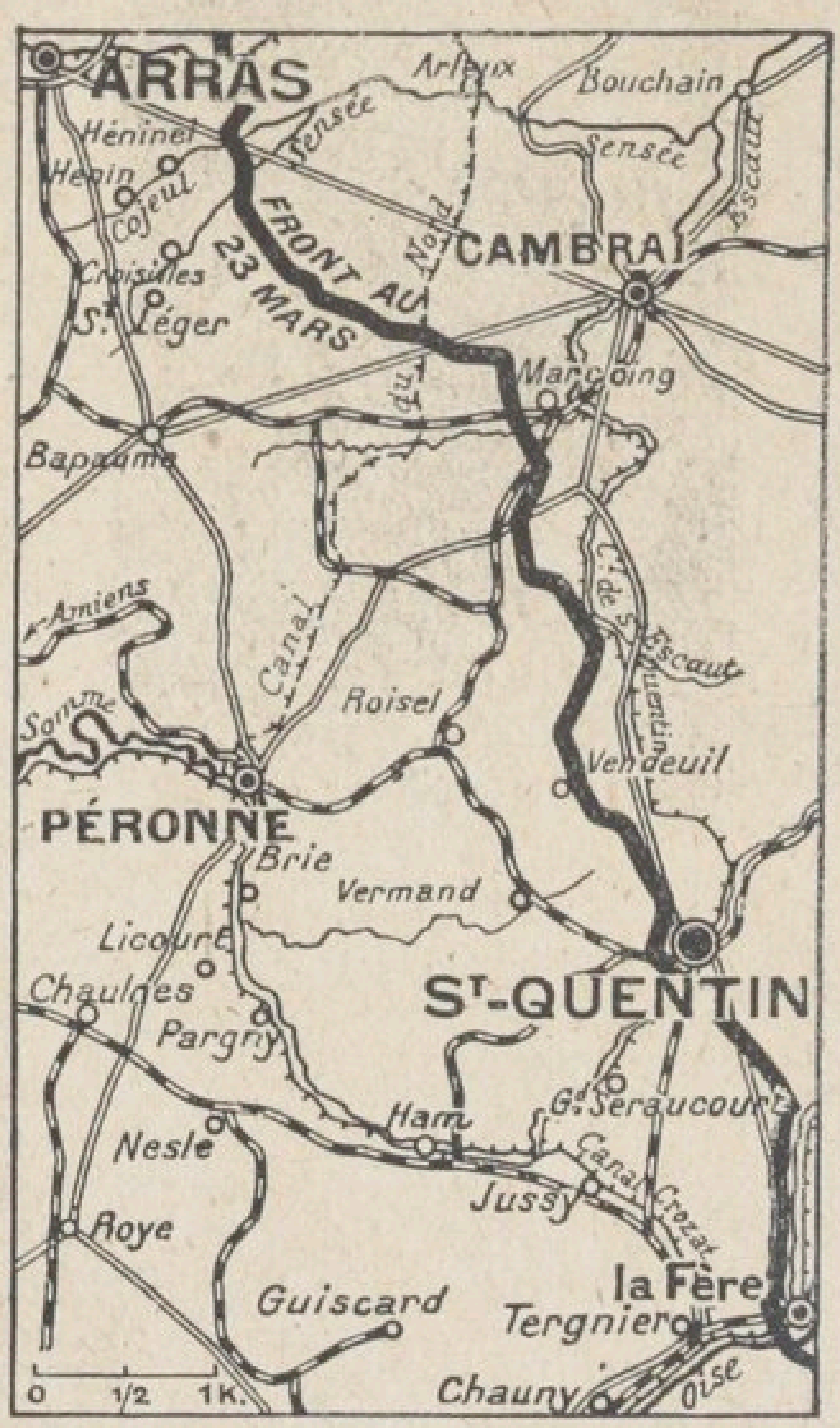
Son succès, il l'exploitera encore là le jour suivant, cueillant un nombre respectable de prisonniers et de canons, mais, semble-t-il, un nombre restreint de grosses pièces. La Fère tombait entre ses mains, et la 5e armée anglaise en retraite laissait entre nos alliés et nous un trou dans lequel les Allemands n'avaient plus qu'à s'engager. Le repli de la 5e armée britannique avait, naturellement, découvert sa voisine, la 3e, la forçant à reculer à son tour et l'avance allemande allait dès lors se précipiter. Ce fut d'ailleurs au prix de véritables hécatombes, l'artillerie britannique, les mitrailleuses des fantassins et des aviateurs abattant des files entières de » feldgrauen ». L'ennemi qui, les trois premiers jours de la bataille. avait déjà engagé plus d'un million d'hommes, devait, pour continuer son effort, amener sans cesse sur le champ de bataille de nouvelles divisions. Cependant, il avait atteint la Somme et même réussi à occuper Péronne.

Le 24, après une série de combats acharnés, au nord-est et au sud de Bapaume, la ville tombait le soir au pouvoir des Allemands.

Sur la Somme, l'armée de von Goaker, après quelques tentatives malheureuses, finit par forcer le passage de la rivière au-dessous de Ham. Nesle était pris, et tout en opposant à l'ennemi une résistance solide et en lui barrant définitivement la route de Compiègne, nous devions céder Guiscard et Chauny.

MARÉCHAL DOUGLAS HAIG
*Commandant en chef les forces britanniques.*

Le 25, l'ennemi progressa dans la direction d'Albert et, dans la nuit, il occupa la ville. De même, malgré une défense acharnée de nos alliés, il progressera à Bray, de part et d'autre de la Somme. Pendant ce temps, nos vaillantes troupes, reculant pas à pas devant un nombre débordant d'ennemis très résolus, seront forcées d'évacuer Roye.




LE FRONT ANGLO-FRANÇAIS AU MOMENT DE L'OFFENSIVE ALLEMANDE

Le 26, les Allemands se rendent maîtres du plateau à l'ouest de Bapaume et reprennent ces localités quasi historiques de Thiepval, de Miraumont, de Courcelette, qui rappellent les efforts initiaux de nos alliés britanniques.

Le soir, nous tenions nous-mêmes approximativement la ligne d'où était partie notre offensive de la Somme en 1916 ; plus bas, elle était jalonnée par les positions de Rosière l'Echelle, St-Aurin, Beuvraignes, c'est-à-dire notre ligne de front de 1915. En résumé, dès ce moment, l'ennemi avait reconquis tout le territoire que nous lui avions repris, les Anglais et nous, ainsi que celui qu'il avait dû évacuer, au moment de la fameuse retraite Hindenburg. Son avance, en moyenne, atteignait une quarantaine de kilomètres.

Les Anglais subissaient des assauts tout aussi furieux, mais nos alliés, qui

paraissaient s'être complètement ressaisis au sixième jour de la bataille, ont, d'une façon générale, pendant le 26 et le 27, tenu tête à toutes les attaques. Ils empêchaient l'ennemi de déboucher d'Albert par la magnifique route qui se dirige sur Amiens ; ils le contenaient à Sailly-le-Sec, à vingt-cinq kilomètres à l'est d'Amiens. Enfin, partout ils réussissaient à lui barrer la route.

Dans la journée du 28, les Allemands, redoublant d'efforts, attaquaient les Britanniques dans un nouveau secteur, celui d'Arras. Sept divisions se lancèrent à l'assaut des positions britanniques, mais ne réussirent qu'à modifier légèrement la ligne de front de nos alliés. Ce n'est pas que là, du reste, que nos alliés eurent à subir le choc ennemi. Sur toute l'étendue d'un front de plus de quatre-vingt-quatre kilomètres, ce fut une série de combats acharnés qui ne valurent pas grand gain aux Allemands. Le barrage britannique semble solide et tout fait présager qu'Amiens restera pour eux la terre promise, comme Paris et Calais.

KRONPRINZ IMPÉRIAL
*Commandant en chef l'aile gauche allemande.*

Quand nous disons qu'Amiens est devenu leur objectif, nous entendons par là qu'ils veulent se saisir de la grande transversale ferrée de Paris à Calais et de la route nationale qui, plus ou moins, accompagne cette voie. C'est dire que les armées allemandes n'ont nullement l'intention d'aller s'engouffrer dans Amiens, mais de déboucher sur un large front dans la direction de la ligne de chemin de fer au-dessous et au-dessus de la capitale de la Picardie. Leur menace du côté de Montdidier vise apparemment Breteuil, et peut-être leur nouvelle offensive au-dessus d'Arras cachait-elle l'arrière-pensée ambitieuse de progresser vers Doullens. Mais, comme nous l'avons dit, il y a loin de la coupe aux lèvres. Nos alliés ont dû recevoir d'importants renforts, et c'est là la question capitale dans cette nouvelle guerre de mouvement qui commence.

KRONPRINZ DE BAVIÈRE
*Commandant en chef l'aile droite ennemie.*

Nos aviateurs signalaient, dans la journée du 28 des contingents ennemis importants en marche sur toutes les routes en direction d'Amiens et de l'Avre. De notre côté, toutes les dispositions nécessaires furent prises, et la grande bataille, la véritable bataille décisive de Montdidier-Amiens, voire de Montdidier-Arras, nous trouva donc bien armés.

Le 1er avril, l'ennemi paraissait visiblement épuisé par son colossal effort, nos réserves affluaient de toutes parts, les Américains étaient entrés en ligne, et tout faisait présager un retour heureux et définitif du Destin en faveur de nos armes.

Les Allemands amenèrent alors une bonne partie de leurs réserves alors que les nôtres restaient à peu près intactes.

L'unité de commandement a été enfin réalisée et c'est au général Foch qu'a été donné, en mission temporaire, le commandement en chef des armées alliées, le général Pétain et le maréchal Douglas Haig étant chargés d'exécuter ses décisions.

Dans la journée du 28, M. Clemenceau télégraphiait à son collègue, M. Lloyd George : « Nous sommes tranquilles, forts et sûrs du lendemain.

Et, de fait, quand les Allemands tentèrent, le 30 mars, et les jours suivants, de se ruer sur notre front, entre la Luce et l'Avre, ils n'arrivèrent, au prix des sacrifices les plus lourds, qu'à prendre quelques légers avantages. En résumé, au début d'avril, le front tendait à se stabiliser.

---

# Les Italiens attendent l'offensive autrichienne.

Depuis le milieu de février, l'activité sur le front italien, réduite par les circonstances atmosphériques, s'est limitée à des actions de patrouilles au fond des vallées, notamment sur l'Astico, et à des bombardements locaux sans grande importance.

Sur le plateau d'Asiago, l'artillerie italienne a exécuté des tirs fréquents sur des troupes en marche, pendant que de violentes canonnades avaient lieu entre la Brenta et la Piave, pour continuer à inquiéter l'ennemi.

Pendant ce temps, les aviateurs italiens et anglais bombardaient des aérodromes ennemis et effectuaient avec succès des raids de bombardement sur des établissements militaires allemands et autrichiens, à Mattarello et à Primolano, vers Trente, ainsi que près de la Comina et de Fior de Sopra.

Aucune opération de quelque envergure n'a eu lieu en Italie depuis que la dernière

offensive générale a été repoussée par l'action combinée des troupes italiennes, anglaises et françaises. Cependant, toutes les armes se sont maintenues constamment en haleine.

L'aviation ennemie a continué à se signaler par des bombardements de villes ouvertes ou de centres célèbres par leurs richesses artistiques. Naples a même reçu la visite d'un avion autrichien venu de la côte de l'Adriatique pour bombarder cette pacifique cité.

Le 23 mars, on annonçait que l'état-major autrichien avait ordonné l'évacuation de la population civile d'Udine, de Cividale et de Bellune, en prévision d'opérations nouvelles sur le front italien où l'on signalait d'ailleurs d'importants mouvements de troupes ennemies et l'afflux d'une grande quantité de matériel d'artillerie.

## Le front de Macédoine demeure immuable.

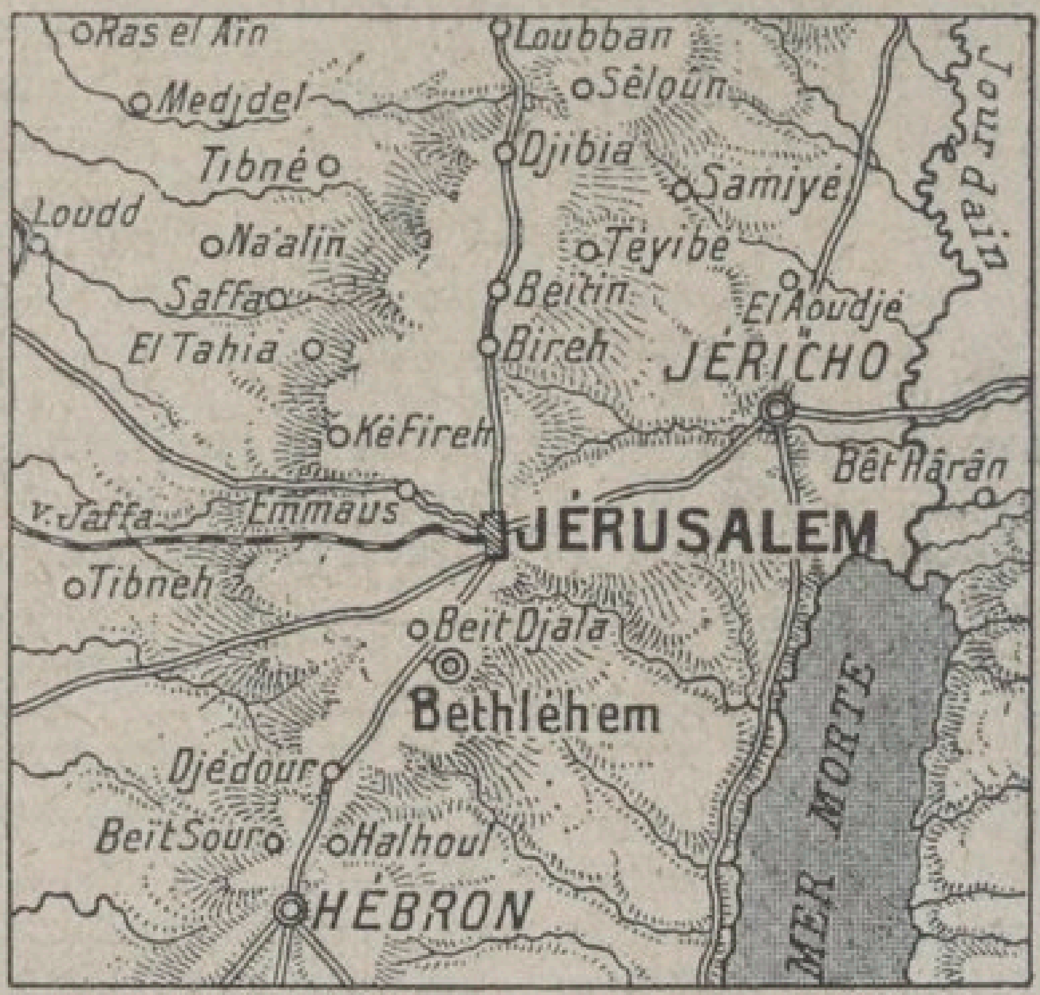
Aucun fait de guerre un peu saillant ne s'est produit autour de Salonique. Si les Bulgares ont pu bénéficier de la paix avec la Roumanie pour expédier sur le Vardar les deux ou trois divisions qu'ils entretenaient en Dobroudja, ils ont ainsi renforcé sensiblement leurs lignes; il ne semble toutefois pas que cela soit au point de leur permettre de passer à l'offensive. D'ailleurs, le grand état-major allemand, qui a la haute main sur les opérations dans tous les secteurs, ne paraît pas disposé à accorder les éléments d'attaque indispensables — grosse artillerie, munitions, matériel spécial — aux troupes du tsar Ferdinand.

Le général Guillaumat a vu une réserve considérable se grouper derrière ses effectifs, celle de l'armée hellénique tout entière, mobilisée avec succès par le gouvernement de M. Venizelos. Les amis de l'ex-roi Constantin et tout le clan germanophile avaient cherché à fomenter une insurrection lorsque cette grave mesure, jugée par eux impopulaire, eut été décrétée. Ils ont éprouvé un échec total. Quelques incidents à Lamia et à Thèbes, n'ont pas eu de lendemain. Dix classes de réservistes ont pu être successivement convoquées, même en Attique, où l'on aurait pu appréhender de sérieuses difficultés, quand on se souvient du rôle joué par les épistrates en décembre 1916. C'est une force d'au moins 250.000 hommes qui s'ajoute aux 60.000 volontaires hellènes de l'armée nationale déjà réunis sous la bannière alliée devant Salonique. Le général Guillaumat peut voir venir... sans inquiétude.

## L'action anglaise en Palestine et en Mésopotamie.

En Palestine et en Mésopotamie, les armées britanniques, commandées par les généraux sir Edmund Allenby et sir Francis Marshall — ce dernier, successeur du regretté général Maude dont il fut le meilleur lieutenant — ont entrepris des opérations intéressantes destinées, d'abord, à consolider la possession de Jérusalem, d'une part, et de Bagdad, de l'autre.

L'armée Allenby s'est mise en marche vers le nord-est, dans la direction de Damas; l'armée Marshall a progressé par sa gauche le long de l'Euphrate, dans la direction du nord-ouest. Si l'on prolonge les lignes suivant lesquelles toutes deux s'avancent, on constate qu'elles se rejoignent aux environs d'Alep. Evidemment, les difficultés que présenterait un plan de jonction sont si grandes qu'elles peuvent paraître insurmontables. Cependant, il ne faut pas oublier que l'Euphrate, qui coule à Hit, passe également non loin d'Alep, et que c'est de cette dernière base que les Turcs expédiaient leurs renforts à Bagdad, en empruntant la voie du fleuve. Quoi qu'il advienne des communications qui pourront s'établir par la suite entre les armées de Mésopotamie et de Palestine, leurs progrès ne se sont heurtés, de la part des Turcs, qu'à une résistance assez faible, même lorsque des positions naturelles les eussent favorisé celle-ci, comme c'était le cas en Palestine.




CARTE DE LA RÉGION DE HIT

Le 21 février, l'armée de sir E. Allenby marqua un premier coup intéressant en s'emparant, à vingt-cinq kilomètres au nord-est de Jérusalem, de la

ville de Jéricho, située sur un petit affluent du Jourdain. Sa position lui donne de l'importance au point de vue des communications.

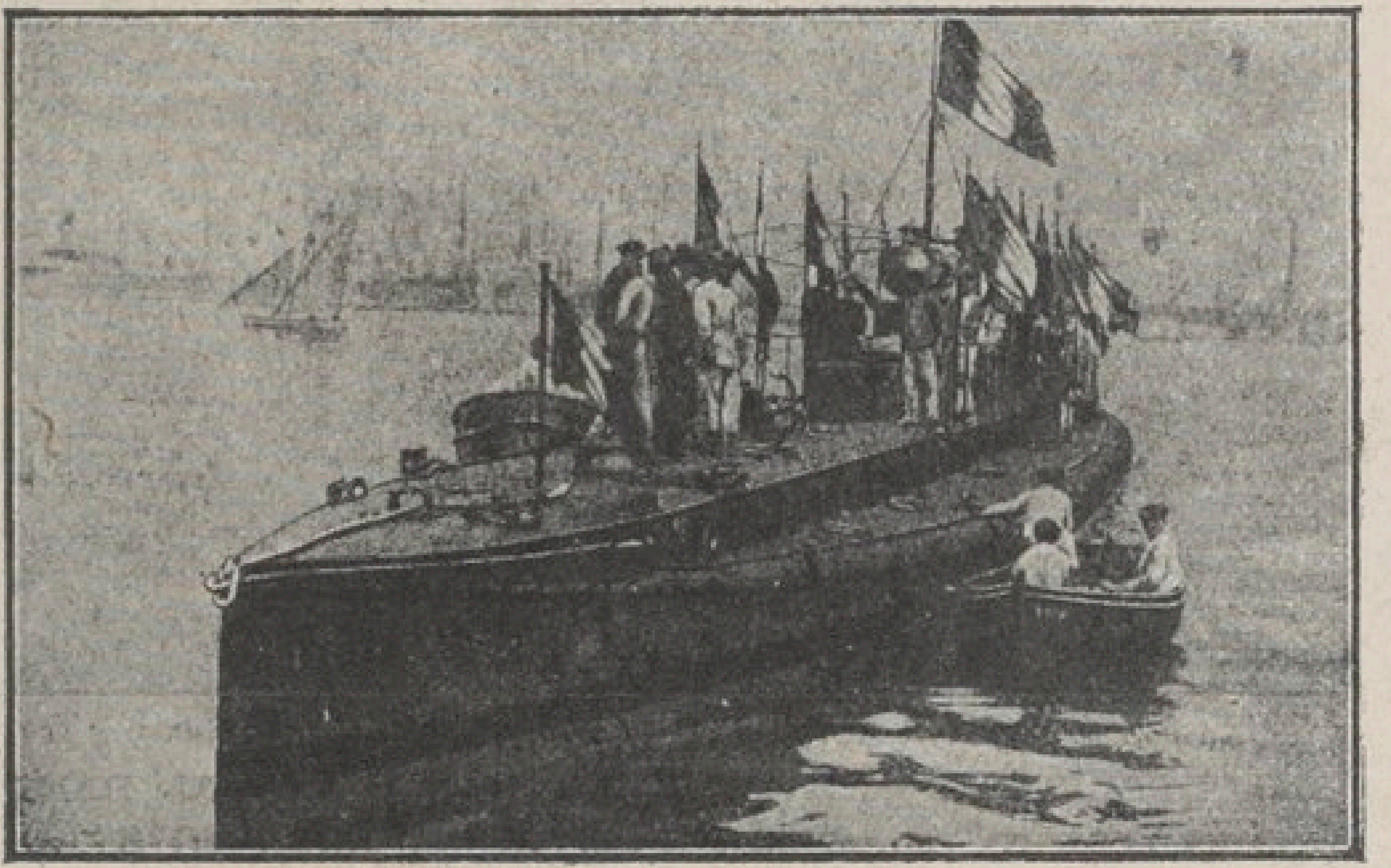
En Mésopotamie, les armées de sir Frédérik Stanley Maude étaient, sur leur gauche, restées à Ramadié, le long de l'Euphrate, à environ 100 kilomètres au nord-ouest de Bagdad. Cet échelon de gauche, par des bonds successifs, s'est porté en avant sur les deux rives du fleuve et, le 9 mars, il a occupé Hit, qui est à environ cinquante kilomètres au nord-ouest de Ramadié.

Le 26 mars, les troupes britanniques attaquaient les Turcs au nord-ouest de Hit, et, après les avoir complètement battus, réussissaient à leur prendre 5.000 prisonniers.

De toutes façons, les deux armées si excentriques de Mésopotamie et de Palestine ont consolidé leurs positions contre un retour offensif, toujours possible, des Ottomans.

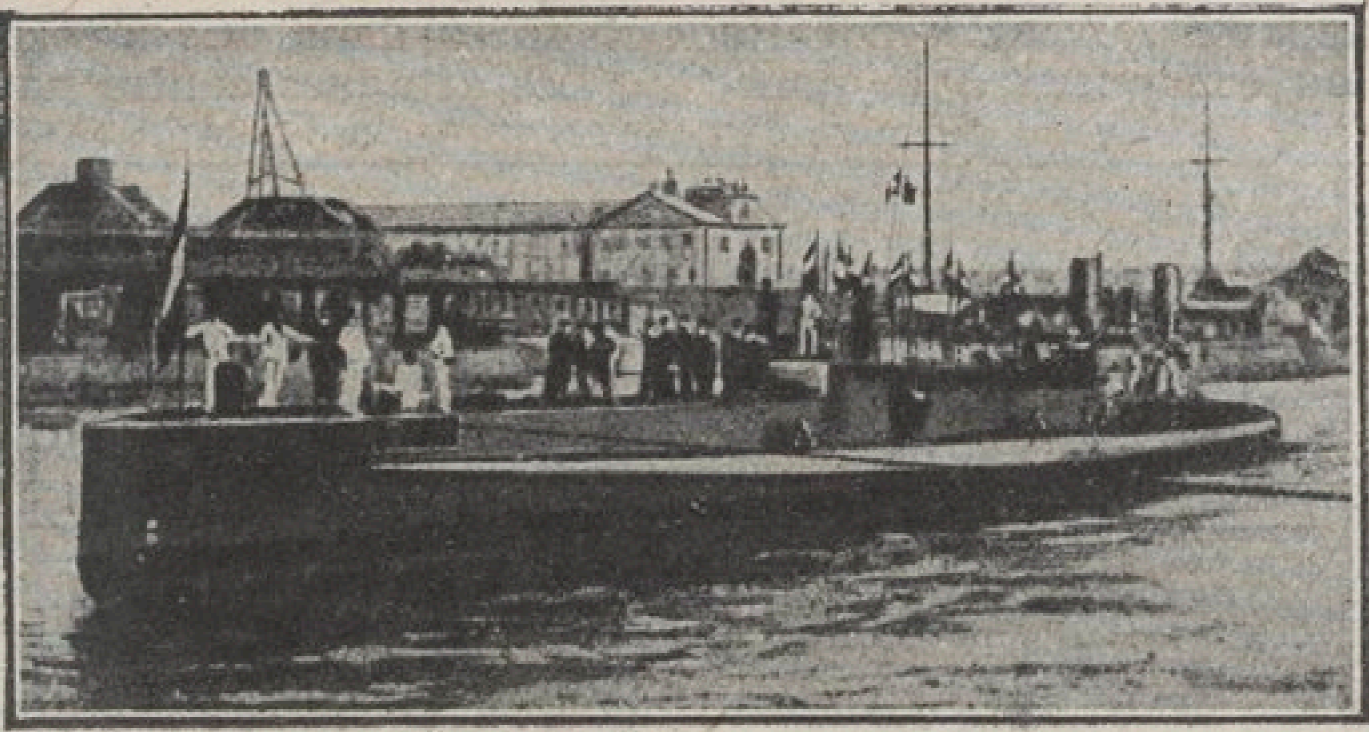
# Les événements de mer

La persistance de l'Allemagne à tenir enfermée sa flotte de guerre fait que les événements de guerre demeurent rares. On comprend cette prudence, d'ailleurs, quand on voit qu'aussi souvent qu'une rencontre un peu sérieuse s'est produite, elle a tourné au désavantage de l'ennemi. Les succès de ce dernier ne sont obtenus que par surprise, et contre des adversaires peu redoutables, ainsi que cela eut lieu dans la nuit du 14 au 15 février, où une flottille de grands contre-torpilleurs allemands, exécutant une rapide incursion dans le pas de Calais, coula à la hâte dix chalutiers et s'empressa de prendre la fuite. Il en va tout autrement dès qu'il s'agit de combattre. On en a eu la preuve au cours de la nuit du 20 au 21 mars, où deux contre-torpilleurs anglais et trois français, avertis par le bruit du canon, découvrirent une flotte de dix-huit torpilleurs et contre-torpilleurs ennemis, fort occupés à bombarder les villes d'eau françaises abandonnées de la région de Dunkerque. Sans s'inquiéter de la disproportion des forces, les cinq navires alliés attaquèrent aussitôt les Allemands, qui se sauvèrent à toute vapeur, essayant vainement de torpiller les assaillants. Au cours de la poursuite, trois grands bateaux ennemis furent coulés, tandis que les quinze autres étaient bombardés et endommagés par les avions de la défense navale.



LE SUBMERSIBLE FRANÇAIS « BERNOUILLI »
*Parti en croisière, en mars, il n'a pas regagné sa base.*

La presse germanique s'est gardée de commenter l'affaire. En revanche, elle s'est extasiée sur le torpillage du paquebot *Tuscania*, qui transportait plus de 2.000 hommes de troupes américaines et qui fut coulé dans la mer d'Irlande par un sous-marin, au cours de la nuit du 5 février. Quelques jours plus tard, continuant à montrer leur mépris pour les engagements qu'ils prennent, les Allemands coulaient le navire-hôpital *Glenart Castle*, alors qu'il était éclairé conformément aux conventions internationales de navigation.



LE SOUS-MARIN GARDE-COTES « DIANE »
*Ce petit navire a également disparu au cours d'une croisière*

Nous avons eu à signaler, dans nos précédents exposés de la guerre navale, l'attitude

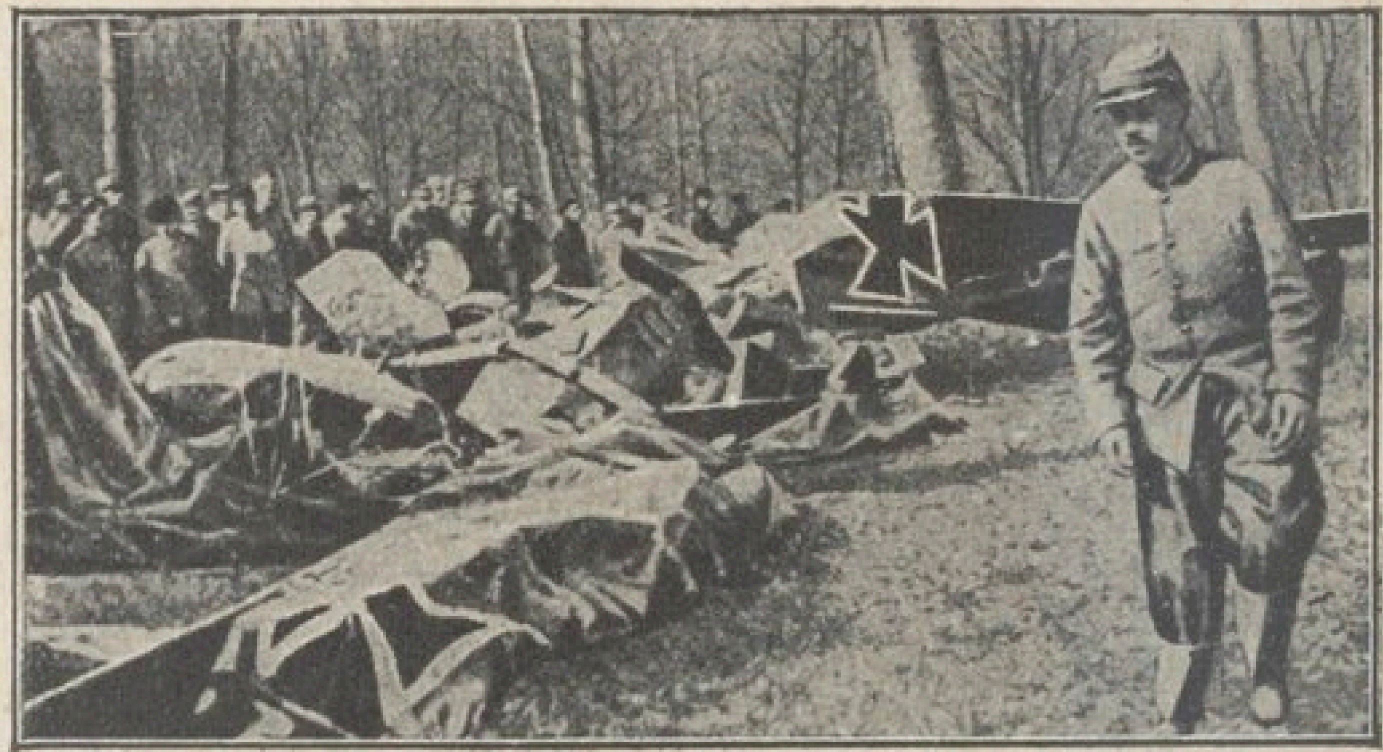
agressive de l'Allemagne envers les Espagnols. Il semble qu'on se soucia peu, à Berlin, des protestations du gouvernement de Madrid, car, dans les semaines qui suivirent, de nouveaux torpillages furent signalés, parmi lesquels ceux du *Joaquim Mumbru*, du vapeur *Sébastian*, des vapeurs *Malt Baltic* et *Arnomandi*, et de quelques autres encore.

Tels ont été les faits saillants de la dernière période. Nous ajouterons, en adressant un respectueux hommage aux vaillants matelots victimes du devoir, que deux de nos sous-marins, le *Bernouilli* et le *Diane*, partis en croisière, n'ont pas reparu à leur base.

## La guerre aérienne et les exploits des Gothas

Le fait, sinon le plus important, du moins le plus sensationnel de la période que nous venons de traverser, aura certainement été le bombardement répété de Paris par des avions allemands. Les gothas sont venus à plusieurs reprises sur la capitale, accumulant les pertes matérielles et tuant ou blessant un certain nombre de personnes appartenant surtout à la population civile.

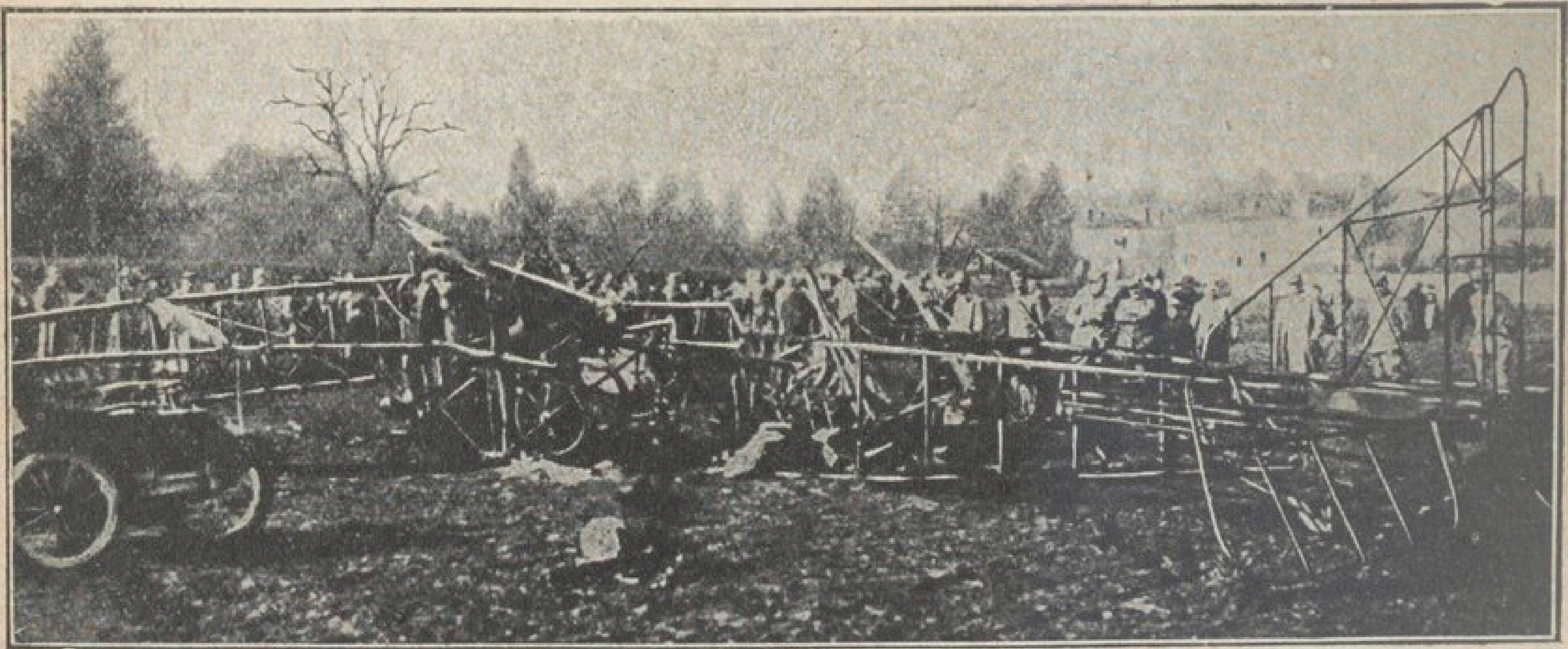
Jusqu'au 8 mars dernier, Paris avait été visité dix-neuf fois par les avions ou les zeppelins allemands. Le raid de ces derniers, le 29 janvier 1916, avait été marqué par 25 morts, et il y avait eu aussi 32 blessés. Deux ans après, presque jour pour jour, le 30 janvier, les gothas arrivaient, tuaient 63 personnes et en blessaient 192. Le 8 mars, une douzaine d'escadrilles de bombardement se mettaient en route vers Paris, et un certain nombre de ces appareils, franchissant les tirs de barrages ou échappant à la poursuite de nos propres avions, parvenaient à survoler la capitale. Le nombre total des victimes, tant pour la ville que pour sa banlieue, fut de 13 morts et de 50 blessés. Au retour, un des gothas fut abattu dans la forêt de Compiègne, et l'on retrouva carbonisés ses quatre passagers.



LES DÉBRIS DE L'AVION ALLEMAND ABATTU DANS LA FORÊT DE COMPIÈGNE, LE 8 MARS 1918

Une deuxième attaque eut lieu le 11 mars. Elle fut exécutée par neuf escadrilles, contre lesquelles nos avions de bombardement exécutèrent une vigoureuse contre-offensive, grâce à laquelle quatre appareils ennemis furent descendus. Malheureusement, plusieurs gothas avaient pu survoler l'agglomération parisienne, jetant de nombreuses bombes qui, tant à Paris qu'aux environs immédiats de la ville, blessèrent 79 personnes et en tuèrent 34. En outre, et par suite d'une panique inexplicable, 66 personnes, particulièrement des femmes et des enfants, furent étouffées dans une station du Métro.

Les attaques contre notre capitale n'em-



LA CARCASSE DU GOTHA DESCENDU, LE 11 MARS 1918 PRÈS DE CHATEAU-THIERRY

SOUS-LIEUT. MARCHAL
*Evadé d'Allemagne*

ROLAND GARROS
*Evadé d'Allemagne.*

LIEUTENANT MÉZERGUES
*Réfugié en Hollande, il est rentré en France en mars.*

THIEFFRY
*L' « as » belge, porté disparu.*

HENRI VARIOT
*Tué à bord de son avion.*

pêchèrent pas les Allemands de poursuivre leurs agressions contre Londres, qui n'en est plus à compter les visites des appareils ennemis. La centième se produisit dans la nuit du 17 au 18 février et fit 53 victimes, dont 16 morts.

Quand nous aurons relaté quelques raids sur Venise, Padoue et Naples, nous aurons épuisé la liste des manifestations aériennes allemandes, toujours aussi inutiles, mais qui n'ont pas été sans provoquer de vives et nombreuses représailles, ayant le principal mérite de présenter un caractère réellement militaire.

Le 5 février, des aviateurs français survolaient Sarrebruck, endommageant gravement cet important nœud de voies ferrées, puis venait, quelques jours plus tard, un raid anglais sur Thionville et la gare de Pirmasens. En même temps, nos alliés bombardaient la ville de Trèves, incendiant la gare, une usine à gaz et des casernes. Le soir même, les escadrilles, revenant en vol très bas sur Trèves et Thionville, complétaient leur travail de la journée. C'était bientôt le tour de la gare et des casernes d'Offenbourg, dans le duché de Bade, puis celui d'une base très importante de gothas, dans la région du Cateau, où plus de trois cents bombes furent lancées sur l'aérodrome, qui fut totalement bouleversé. Trèves, dans la nuit du 26 au 27 février, recevait une nouvelle visite des aviateurs anglais, tandis que les nôtres bombardaient Metz-Sablons, en représailles d'une attaque aérienne sur Nancy. Nos alliés firent preuve, pendant toute cette période, d'une activité remarquable. Nous citerons notamment leur raid sur les voies de garage et les usines de Mayence, leur expédition en plein jour sur Stuttgart, une autre de même nature sur Coblentz, puis deux bombardements successifs des établissements militaires du Palatinat, et enfin, un raid sur Mannheim, où l'usine Badische Soda, les docks, la gare, d'autres usines, reçurent de nombreux et puissants projectiles qui déterminèrent des incendies d'une rare violence.

Nous aurions mauvaise grâce, d'ailleurs, à ne pas constater une fois encore le courage et l'adresse des aviateurs français, parmi lesquels le vaillant Nungesser, qui fut un moment le rival du regretté Guynemer. Il tenait la tête avec trente-deux victoires mais, le 1er avril, il s'est laissé distancer par le sous-lieutenant Fonck, qui abattait son trente-troisième appareil ennemi. N'oublions pas de rappeler le nom de Madon, l'émule de Fonck, et citons celui du sous-lieutenant Guérin qui, dans la région de Berry-au-Bac, abattait, le 11 mars, son seizième avion. Le lendemain, le jeune adjudant Garaud, qui vient à peine de dépasser sa vingtième année, abattait son onzième appareil.

Ainsi qu'on peut en juger par

ces quelques exemples, notre aviation continue à se montrer digne d'elle-même. Nous avons malheureusement à déplorer la mort du courageux pilote Henri Variot, fils du docteur Variot, et les Belges ont perdu leur « as » fameux, le sous-lieutenant Thieffry.

En dehors des faits de guerre, l'incident le plus retentissant a été la double évasion des aviateurs Garros et Marchal, tous deux prisonniers en Allemagne, Garros depuis le 18 février 1915 et Marchal depuis le 25 juillet 1916. Nul nom plus populaire, durant plusieurs années, que celui de Garros, deuxième vainqueur de Paris-Madrid, de Paris-Rome, du Circuit Européen, le conquérant des grands premiers records d'altitude, l'audacieux pilote qui se rendit de Tunis en Sicile et traversa, en septembre 1913, la mer Méditerranée, de Saint-Raphaël à Bizerte, soit 800 kilomètres au-dessus des flots. Quant au sous-lieutenant Marchal, il fut rendu célèbre par son exploit de 1916 ; parti de Nancy durant la nuit, il s'en alla jeter des proclamations sur Berlin et poursuivit sa route vers les lignes russes, dont il n'était plus éloigné que d'une centaine de kilomètres quand un accident de moteur l'arrêta à Cholm, après un parcours de 1.500 kilomètres. Après de cruelles souffrances et d'indignes traitements, les deux aviateurs prirent la fuite de compagnie, gagnèrent la Hollande, puis l'Angleterre, et enfin la France et Paris où ils furent brillamment fêtés dans une cérémonie officielle. On apprenait, au même moment, la double évasion des lieutenants aviateurs Mézergues et Bares, réfugiés en Hollande. Le premier se fit connaître par ses bombardements de Fribourg-en-Brisgau, au début de 1915. Ce fut également lui qui, en compagnie du lieutenant Jean Beaumont, alla bombarder la ville de Francfort le 11 août 1917.

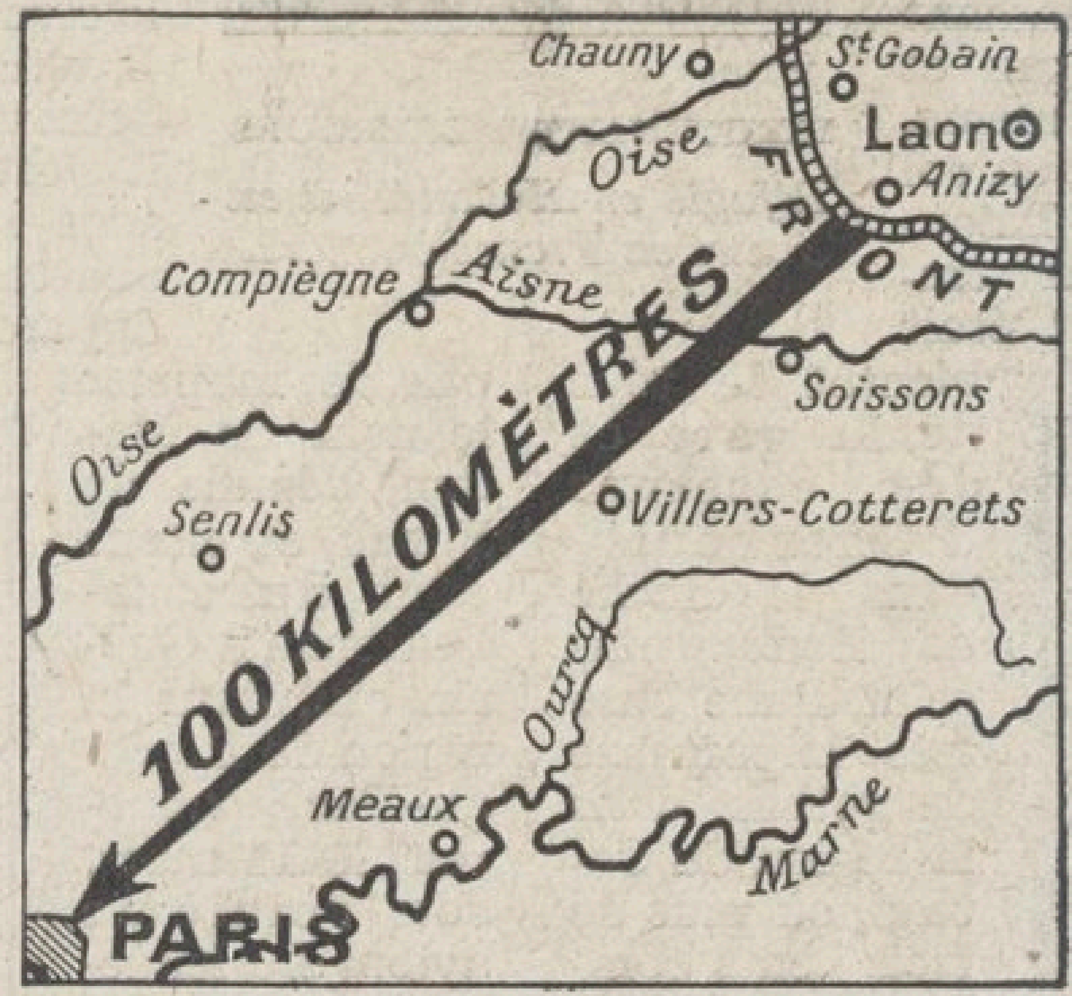
CAPITAINE DERODE

*Le 10 Mars, il remportait sa septième victoire.*

Nous ne terminerons pas cette rapide revue des faits de la guerre aérienne sans dire un mot du bombardement de Paris par un mystérieux engin qui révéla son existence au matin du samedi 23 mars. Si nous en parlons ici, c'est uniquement parce que les Parisiens s'imaginèrent d'abord, ainsi que cela semblait logique, avoir affaire à des avions planant à une grande hauteur. Cette erreur fut vite reconnue. Il ne resta de l'incident que l'avortement de la tentative allemande de démoralisation de la capitale. Celle-ci demeura maîtresse d'elle-même et continua avec calme sa laborieuse vie quotidienne. L'ennemi ne s'en donna pas moins la joie de dire dans ses communiqués, destinés à leurrer le peuple allemand, qu'il bombardait le camp retranché de Paris avec des canons à longue portée. Les canons inattendus des Allemands ont malheureusement fait de nombreuses victimes, dont 75 morts dans une vieille église où de malheureux fidèles s'étaient rendus le jour du Vendredi Saint pour assister à la cérémonie des Ténèbres et surtout pour entendre une phalange de chanteurs très renommés.

ADJUDANT GARAUD

*Le 12 Mars, il abattait son onzième avion ennemi.*




L'un de ces canons aurait éclaté, tuant neuf de ses servants, l'autre a continué, très irrégulièrement à lancer des obus sur Paris. Ces engins, tirant à plus de cent kilomètres, auraient été installés au sud de la forêt de Saint-Gobain ; les hypothèses les plus diverses ont été émises pour expliquer leur portée surprenante, mais en l'absence de données suffisantes, nous nous abstiendrons de nous lancer dans des dissertations sans fondement. On sait seulement que le kaiser assista un jour au tir d'une de ces pièces.

BIBLIOTHÈQUE DE LA GUERRE

# CHRONOLOGIE DES FAITS DE GUERRE SUR TOUS LES FRONTS

BIBLIOTHÈQUE ET MUSÉE DE LA GUERRE

(Nous reprenons cette chronologie aux dates suivant immédiatement celles où nous avons dû l'interrompre dans notre précédent numéro)

## FRONT OCCIDENTAL

### Février 1918

**Le 7.** — *En Alsace, après une furieuse canonnade, les Allemands cherchent à percer nos lignes et sont partout repoussés.*

**Le 9.** — *En Lorraine, nous pénétrons dans les positions allemandes au nord de Bioncourt, et nous ramenons des prisonniers après avoir détruit de nombreux abris.*

**Le 11.** — *Après une violente préparation d'artillerie, les Allemands lancent une forte attaque sur le bois des Caurières; ils sont repoussés avec des pertes sensibles.*

**Le 12.** — *Heureux raids français au nord de l'Ailette et en Woëvre; échec d'une attaque allemande dans la région de Bezonvaux.*

**Le 13.** — *En Champagne, à la Butte du Mesnil, nous pénétrons jusqu'à la troisième ligne allemande sur un front de douze cents mètres, détruisant les travaux de défense et ramenant plus de cent cinquante prisonniers.*

**Le 16.** — *Au cours de violents combats, dans la région de Cherizy, les troupes britanniques infligent de nombreuses pertes à l'ennemi.*

**Le 18.** — *Trois bataillons allemands, dits de choc, attaquent les positions conquises par nos troupes à la Butte du Mesnil, et sont repoussés avec des pertes sanglantes.*

**Le 20.** — *En Lorraine, dans les régions de Bures et de Moncel, nous pénétrons sur un large front dans les lignes allemandes, d'où nous ramenons plus de 500 prisonniers.*

**Le 23.** — *Raids heureux des Français en Champagne et des Anglais sur divers points.*

**Le 24.** — *Nos troupes d'Alsace pénètrent dans Pont-d'Aspach et Aspach-le-Bas.*

**Le 28.** — *Fort coup de main anglais dans la région de Gonnelieu; les Allemands subissent des pertes importantes.*

### Mars

**Le 1<sup>er</sup>.** — *Grosses attaques allemandes en Champagne et dans l'Aisne. L'ennemi prend pied dans nos positions de la Butte-du-Mesnil. Partout ailleurs, il est repoussé.*

**Le 2.** — *Energique offensive allemande aux abords de Reims; l'ennemi s'empare de diverses positions aux approches du fort de la Pompelle, mais il en est chassé quelques heures plus tard.*

**Le 4.** — *En Lorraine, à la Tranchée-de-Calonne, nos troupes, sur une largeur de plus d'un kilomètre, s'avancent jusqu'à la quatrième ligne ennemie et font 150 prisonniers.*

**Le 14.** — *A l'ouest du Cornillet, en Champagne, nous chassons l'ennemi des positions conquises par lui le 1er mars.*

**Le 17.** — *Brillant coup de main français dans la région de Cheppy (rive gauche de la Meuse); près de 200 prisonniers. — Gros échec allemand à Samogneux.*

**Le 21.** — *Les Allemands attaquent les Anglais sur un front de quatre-vingts kilomètres; ils réalisent une avance légère au prix de sacrifices énormes.*

**Le 22.** — *La bataille se poursuit avec violence; les Allemands, avec des forces considérables, occupent plusieurs positions britanniques; les pertes sont élevées des deux côtés.*

**Le 23.** — *Les troupes anglaises se replient à l'ouest de Saint-Quentin. — Nous repoussons une attaque allemande en Woëvre.*

**Le 24.** — *Les Allemands, malgré l'énergique résistance des Anglais, franchissent la Somme au sud de Péronne.*

**Le 25.** — *Les troupes françaises entrent dans la bataille et luttent héroïquement dans la région de Noyon.*

**Le 26.** — *Le combat est furieux entre Noyon et Bray-sur-Somme. Nous évacuons Noyon. Les Anglais tiennent entre Roye et Albert.*

**Le 27.** — *Nous repoussons les assauts ennemis dans les régions de Noyon et Lassigny. Les Allemands attaquent nos positions de Montdidier. Les Anglais contiennent l'assaillant au sud et à l'ouest d'Albert.*

**Le 28.** — *La bataille s'étend au secteur d'Arras. Dans celui de Montdidier, nous repoussons l'ennemi à deux kilomètres en arrière et sur dix de large.*

**Le 29.** — *Le canon allemand à longue portée qui, depuis quelques jours, bombarde Paris, éventre une église; 85 morts et 80 blessés. — Sur tout le front de Picardie, les Anglo-Français contiennent l'ennemi.*

**Le 30.** — *Reprise du combat, sur un front de 60 kilomètres. Sur quelques points, légère avance ennemie. Partout ailleurs, ses assauts sont repoussés avec d'énormes pertes.*

**Le 31.** — *Complet échec des Allemands entre Moreuil et Lassigny. Nous progressons dans la région d'Orvillers. Les Anglais avancent également, et, de même que nous, prennent des mitrailleuses et font des prisonniers.*

## FRONT ITALIEN

### Février 1918

**Le 1<sup>er</sup>.** — *Sanglant échec autrichien au mont Val Bella.*

**Le 3.** — *Heureux coups de main italiens*

*dans les régions de Caposile et de Castione.*

Le 8. — *Echec d'attaques autrichiennes au sud de Daone.*

Le 10. — *Au val Frenzela, l'ennemi met en action des masses d'infanterie successivement repoussées par les Italiens.*

Du 13 au 22. — *Lutte des deux artilleries sur la Piave et la Brenta.*

Le 23. — *Echec d'une forte attaque ennemie contre la tête de pont de Caposile.*

Le 24. — *L'artillerie italienne disperse une colonne autrichienne en marche dans la vallée de Seren.*

**Mars**

Le 2. — *L'infanterie austro-allemande subit de grosses pertes au cours d'une offensive repoussée sur la rive gauche du val Frenzela.*

Du 3 au 22. — *Pendant cette période, tout se borne à des luttes d'artillerie, à des reconnaissances, à des rencontres de patrouilles sans aucune affaire importante.*

Le 23. — *Petites actions d'infanterie dans le val Lagarina.*

Du 24 au 31. — *Situation inchangée.*

## SUR MER

### Février 1918

Le 4. — *L'Amirauté signale la perte du sous-marin* E-14, *coulé à l'entrée des Dardanelles.*

Le 5. — *Torpillage du* Tuscania, *transportant des troupes américaines; une centaine de victimes.*

Le 8. — *Le vapeur espagnol* Sebastian *est torpillé et coulé par un sous-marin allemand.*

Le 15. — *Raid de contre-torpilleurs allemands dans le pas de Calais, où ils coulent huit chalutiers anglais.*

Le 22. — *Le sous-marin* Bernouilli *est signalé comme n'étant pas rentré à sa base.*

Le 27. — *L'Amirauté annonce que le navire-hôpital* Glenart Castle *a été torpillé au sud de l'île Lundy; nombreuses victimes.*

**Mars**

Le 1er. — *Le croiseur auxiliaire anglais* Calgarion *est torpillé et coulé.*

Le 10. — *Un sous-marin allemand torpille, sans le couler, le navire-hôpital anglais* Guildfort Castle.

Le 21. — *Combat naval au large de Dunkerque; les Franco-Anglais détruisent trois destroyers et deux torpilleurs allemands.*

Le 27. — *On annonce que les navires espagnols* Malt Baltic *et* Arnomandi *ont été coulés.*

## DANS LES AIRS

### Février 1918

Le 1er. — *Le communiqué officiel constate qu'en janvier, il a été abattu 288 avions allemands contre 101 avions alliés.*

Le 3. — *Bombardement de Venise, Padoue et Trévise; 8 morts et 10 blessés à Trévise; ni victimes ni dégâts à Venise.*

Le 9. — *Raid nocturne des aviateurs anglais qui, au sud de Metz, bombardent efficacement les voies ferrées.*

Le 12. — *Bombardement d'Offenbourg par des aviateurs anglais. Les buts sont pleinement atteints.*

Le 13. — *Bombes sur Nancy; 3 morts et 5 blessés.*

Le 17. — *Raid sur Londres; une seule bombe; 4 victimes.*

Le 18. — *Des escadrilles britanniques bombardent Trèves et Thionville avec succès; des aviateurs français bombardent les gares de Thiaucourt, Thionville, Metz-Sablons, etc. — Centième raid allemand sur Londres; 16 morts et 37 blessés.*

Le 19. — *Deux bombardements anglais de Thionville et de Trèves; des éclatements multiples et des incendies.*

Le 20. — *Les aviateurs anglais bombardent Thionville, ainsi que les usines et la gare de Pirmasem, en Allemagne.*

Le 23. — *On annonce l'évasion de Marchal et de Garros. — L'aviateur belge Thiefry, dix fois vainqueur, tombe dans les lignes allemandes.*

Le 26. — *Nous bombardons les casernes et la gare de Trèves et les champs d'aviation de la région de Metz. — 180 torpilles sur Nancy; 10 morts; dégâts considérables.*

**Mars**

Le 6. — *Vingt appareils ennemis sont descendus par les Anglais.*

Le 7. — *Raid sur Londres; 46 blessés et 17 morts.*

Le 8. — *Attaque de Paris par des gothas; 13 morts et 50 blessés; un des appareils ennemis est abattu près de Compiègne.*

Le 9. — *Les Anglais bombardent Mayence.*

Le 10. — *Bombardement de Stuttgard par des aviateurs anglais.*

Le 11. — *Nouveau raid de gothas sur Paris; 179 victimes, dont 66 morts dans le Métro, par suite d'une panique. Quatre appareils ennemis sont détruits. — Raid sur Naples.*

Le 12. — *Bombardement de Coblence par les Anglais. — Raid de zeppelins sur l'Angleterre, sans résultat.*

Le 18. — *La ville de Mannheim est gravement atteinte par un bombardement anglais.*

Le 22. — *Des gothas bombardent Compiègne.*

Le 23. — *Les aviateurs anglais bombardent la gare et les chantiers de Konz, au sud de Trèves.*

Le 24. — *Nouveau bombardement de Mannheim; les docks sont incendiés; on aperçoit les flammes de plus de cinquante kilomètres. — Triple bombardement des docks de Bruges*

Le 25. — *Bombardement de Cologne, Luxembourg, Thionville et Metz.*

Le 29. — *Fonck abat son trente-deuxième avion.*

Le 31. — *Il est établi que dans la bataille de Picardie, plus de trois cents appareils ennemis ont été abattus.*

Le gérant : Lucien JOSSE. Paris. — Imp. VERDIER, 18, rue d'Enghien.

TRACÉ DU CHEMIN DE FER TRANSSIBÉRIEN SUR LEQUEL LES BOLCHEWIKIS, ET AUSSI LES ALLEMANDS, CHERCHENT A METTRE LA MAIN

BIBLIOTHÈQUE

La Collection **"IN EXTENSO"** publie

**Les MEILLEURS ROMANS CONTEMPORAINS**

UN Franc — *Complets chacun en UN ÉLÉGANT VOLUME ILLUSTRÉ* — UN Franc

**118 VOLUMES PARUS :**

| | |
|---|---|
| Abel Hermant | La Discorde. |
| Edouard Rod | Le Silence. |
| J.-H. Rosny | L'Autre Femme. |
| Léon Hennique | Élisabeth Couronneau. |
| Paul Adam | Les Cœurs Nouveaux. |
| M. Serao | L'Amour Meurtrier. |
| Björnson | Les Ames en Peine. |
| C. Lemonnier | La Fin des Bourgeois. |
| Ernest Daudet | Défroqué. |
| Ch. Le Goffic | La Payse. |
| G. Rodenbach | En Exil. |
| Ibsen | Les Revenants. |
| Tolstoï | La Puissance des Ténèbres. |
| Sienkiewicz | Rivalité d'Amour. |
| C. Lemonnier | Le Mort. |
| H. de Balzac | L'Amour Masqué. |
| Ed. Haraucourt | Amis. |
| Mark Twain | Le Cochon dans les Trèfles. |
| Blasco Ibanez | Dans les Orangers. |
| Conan Doyle | Un Duo. |
| Jean Bertheroy | Lucie Guérin. |
| Jonas Lie | Le Galérien. |
| Lucien Descaves | Une Teigne. |
| Grazia Deledda | La Justice des Hommes. |
| Ed. Haraucourt | Les Benoît. |
| Ch.-H. Hirsch | La Ville Dangereuse. |
| M. et A. Fischer | Le plus petit Conscrit de France. |
| Paul Reboux | Josette. |
| Pierre Valdagne | Parenthèse Amoureuse. |
| Charles Foley | Deux Femmes. |
| Michel Provins | L'Histoire d'un Ménage. |
| V. Margueritte | Le Journal d'un Moblot. |
| Jean Reibrach | A l'Aube. |
| P. Oppenheim | La Disparition de Delora. |
| René Maizeroy | L'Amour Perdu. |
| Marcel Lheureux | L'Empreinte d'Amour. |
| Hornung | Stingaree. |
| Kistemaeckers | Le Relais Galant. |
| Paul Acker | Un Amant de Cœur. |
| G. de Peyrebrune | Une Séparation. |
| Léon Frapié | L'Enfant Perdu. |
| Gyp | L'Amour aux Champs. |
| Ed. Haraucourt | Trumaille et Pelisson. |
| Alphonse Allais | Le Captain Cap. |
| J.-H. Rosny | Les Trois Rivales. |
| J. des Gachons | Mon Amie. |
| François de Nion | L'Amour défendu. |
| G. Beaume | Les Amants maladroits. |
| Jean Bertheroy | Le Tourment d'aimer. |
| Louis de Robert | La Jeune Fille imprudente. |
| Abel Hermant | La Petite Esclave. |
| Kistemaeckers | L'Illégitime. |
| Camille Pert | Passionnette Tragique. |
| Gyp | Les Poires. |
| Charles Foley | L'Arriviste Amoureux. |
| René Le Cœur | Lili. |
| Paul Acker | La Classe. |
| Gyp | Le Cricri. |
| H. de Régnier | Les Amants singuliers. |
| Fabrice et Marle | Tribulations d'un Boche à Paris. |
| René Maizeroy | Yette Mannequin. |
| Paul Lacour | Cœurs d'Amants. |
| Michel Corday | Sous les Ailes. |
| Léon Séché | Le Printemps du Cœur. |
| Jeanne Landre | Echalotte et ses Amants. |
| La Fouchardière | Bicard dit le Bouif. |
| Michel Provins | Les Fées d'Amour et de Guerre. |
| Louis de Robert | Le Prince Amoureux. |
| Jean Reibrach | La Force de l'Amour. |
| Gyp | L'Age du Mufle. |
| G. d'Esparbès | Le Tumulte. |
| Charles Foley | La Victoire de l'Or. |
| Binet-Valmer | Le Gamin tendre. |
| Fél. Champsaur | Sa Fleur. |
| G. de Pawlowski | Polochon. |
| Annie de Pène | Confidences de Femmes. |
| René Le Cœur | Danseuse. |
| Gaston Derys | Mars et Vénus. |
| Ch. Derennes | L'Amour fessé. |
| G. de Peyrebrune | Marco. |
| Gyp | Les Chéris. |
| Abel Hermant | Daniel. |
| J.-H. Rosny | Amour Etrusque. |
| Gabrielle Réval | La Jolie Fille d'Arras. |
| Willy | Mon Cousin Fred. |
| Paul Faure | Les Sœurs Rivales. |
| M. Vaucaire | Mimi du Conservatoire. |
| d'Esparbès | La Grogne. |
| René Maizeroy | Vieux Garçon. |
| Camille Pert | Amour Vainqueur. |
| Myriam Harry | La Pagode d'Amour. |
| Michel Provins | L'Art de Rompre. |
| Jeanne Landre | Plaisirs d'Amour. |
| Charles Foley | Amants ou Fiancés. |
| Michel Corday | Notre Masque. |
| Ch. Derennes | Le Béguin des Muses. |
| Binet-Valmer | Le Plaisir. |
| La Fouchardière | Le Bouif tient. |
| Gyp | Pervenche. |
| René Le Cœur | Les Plages vertueuses. |
| Daniel Riche | Le Mari modèle. |
| Jean Bertheroy | Le Chemin de l'Amour. |
| Jean Reibrach | Les Sirènes. |
| Jeanne Marais | La Carrière Amoureuse. |
| Jean Lorrain | Des Belles et des Bêtes. |
| André Lebey | Une Dame et des Messieurs. |
| G. de Pawlowski | Contes singuliers. |
| Fél. Champsaur | Jeunesse. |
| Vaucaire et Luquet | Mademoiselle X..., souris d'hôtel. |
| Gabrielle Réval | La Bachelière. |
| Max. Formont | Le Sacrifice. |
| Maur. Montégut | Les Clowns. |
| Annie de Pène | L'Evadée. |
| Rémy St-Maurice | Temple d'Amour. |
| René Maizeroy | Après. |
| Charles Le Goffic | Passions Celtes. |
| René La Bruyère | Le Roman d'une épée. |
| Gaston Derys | L'Amour s'amuse. |

La Renaissance du Livre — *EN VENTE PARTOUT* Librairies, Kiosques, Marchands de Journaux, Grands Magasins, Bibliothèques des Gares, etc. — 78, Bd St-Michel, Paris (VIe)

**Le prochain numéro de "La Science et la Vie" paraîtra en Juillet 1918**